



**ITSSAT**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE SAN ANDRÉS TUXTLA**



**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**GRUPO 602-B**

Excelente!  
recomendaciones.

atienda

las

**MATERIA:**

**TALLER DE INVESTIGACIÓN II**

**UNIDAD 2:**

**DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN.**

**ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ACTIVIDAD:**

**ANTEPROYECTO**

**DOCENTE:**

**ING. BLANCA NICANDRIA RÍOS ATAXCA**

**INTEGRANTES:**

- **VICTOR DE JESUS DOMINGUEZ PADRÓN – 201U0451**
- **DAVID RODRÍGUEZ DAMIÁN – 201U0084**
- **EMMANUEL SALAZAR MARTÍNEZ – 201U0085**
- **ÓSCAR VERGARA PÉREZ – 201U0092**

# ÍNDICE

<b>CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
15.1 Alcances.....	7
15.2 Limitaciones.....	7
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Formulación del Problema.....	10
2.2 Preguntas de Investigación.....	10
<b>3. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>6. ANTECEDENTES.....</b>	<b>13</b>
6.1 Marco Histórico.....	14
6.1.1 Clima en Catemaco.....	15
6.1.2 Sistemas Cinemáticos Mecánicos.....	18
6.1.3.1 Sistema de Transmisión.....	18
6.1.3.2 Transmisión por Correas Planas.....	19
6.1.3.3 Transmisión Simple.....	20
6.1.3.4 Sistema Reductor de Velocidad.....	20
6.1.3.5 Sistema Multiplicador de Velocidad.....	21
6.1.3.6 Sistema Transmisor Motriz.....	21
6.1.3.7 Transmisión Compuesta.....	22
6.1.3.8 Transmisión Por Correas Trapezoidales.....	23
6.1.3.9 Transmisión Por Correa Abierta.....	24
6.1.3.10 Transmisión por Correa Cruzada.....	24
6.1.3.11 Transmisión Por Engranajes.....	25
6.1.3 Estructura de Grúas.....	25
6.1.3.1 Grúa Móvil.....	25
6.1.4 Plumas Hidráulicas.....	26
<b>7. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>28</b>
7.1 Cargas.....	28

7.2	Esfuerzos.....	29
7.3	Tensión.....	29
7.4	Fricción.....	30
7.5	Desplazamiento.....	30
7.6	Rigidez.....	31
7.7	Cadena Cinemática.....	31
7.8	Mecanismo.....	32
7.9	Tensión de Correa.....	32
7.10	Cálculo de Área Transversal.....	34
7.11	Tensión de las Correas Planas.....	35
7.12	Arco de Contacto.....	37
7.13	Longitud de Correa.....	38
<b>8.</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>41</b>
8.1	Variable Dependiente.....	41
8.2	Variable Independiente.....	41
	<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>9.</b>	<b>VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE UN ESQUEMA DE MODELADO DE ENTRADA ADAPTABLE PARA GRÚAS ELEVADORAS.....</b>	<b>42</b>
9.1	Modelización de un Puente Grúa con Carga de Elevación.....	42
9.2	Técnicas de Modelado de Entrada Estándar.....	43
9.3	Montaje Experimental de Grúa Neumática.....	45
9.4	Esquema de Control Completo.....	46
9.5	Resultados Experimentales.....	47
<b>10.</b>	<b>MODELADO DEL MOVIMIENTO DEL BARCO, INDUCIDO POR UNA GRÚA USANDO EL MÉTODO DE MARCO MÓVIL.....</b>	<b>48</b>
10.1	El método del Marco Móvil.....	52
10.2	Principio de Trabajo Virtual.....	52
10.3	Integración Numérica.....	53
10.4	Amortiguación.....	53
10.5	Trabajo Futuro.....	53
<b>11.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>55</b>
<b>12.</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>57</b>

<b>13. PRESUPUESTO.....</b>	<b>58</b>
<b>14. REVISIÓN CUALITATIVA DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>15. ENTREVISTA.....</b>	<b>61</b>
15.1 Desarrollo o Metodología.....	62
15.2 Recolección y Tratamiento de Datos.....	64
15.3 Análisis de Resultados.....	66
15.4 Propuesta de Ajustes de Parámetros de la Investigación y/o del Prototipo.....	69
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>70</b>
15.5 Concepto Sobre el Análisis de Resultado.....	70
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
15.6 Entrevista.....	74
15.7 Lista de Cotejo.....	75
<b>16. REFERENCIAS.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Rescate de embarcación de Bolsas de Aire [1].....	8
Ilustración 2. Embarcación siniestrada rescatada con grúa [1] .....	8
Ilustración 3 Embarcaciones de remos sujetas al muelle flotante de Nanciyaga [1] .....	9
Ilustración 4. Embarcaciones de remo en Nanciyaga atada al muelle flotante. ....	12
Ilustración 5. Muelle Principal de Nanciyaga .....	15
Ilustración 6. Clima en Catemaco (Dividido por Meses) .....	16
Ilustración 7. La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25 a 75° y 10 a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. ....	16
Ilustración 8. Transformación de las Velocidades y Momentos torsores .....	18
Ilustración 9. Con transformación del carácter del movimiento (de rotación a traslación) .....	18
Ilustración 10. Sistema Reductor de Velocidad .....	20
Ilustración 11. Sistema Multiplicador de Velocidad .....	21
Ilustración 12. Sistema de Transmisor Motriz .....	22
Ilustración 13. Sistema de Transmisión Completa.....	22
Ilustración 14. Transmisión por Correa Abierta.....	24
Ilustración 15. Transmisión por Correa Cruzada .....	24
Ilustración 16. Pluma Hidráulica. ....	26
Ilustración 17. Pluma Hidráulica .....	27
Ilustración 18. Cargas.....	29
Ilustración 19. Representación del Esfuerzo. ....	29

Ilustración 20. Tensión .....	30
Ilustración 21. Fricción .....	30
Ilustración 22. Desplazamiento. ....	30
Ilustración 23. Rigidez .....	31
Ilustración 24. Tensiones en los extremos de la correa. ....	32
Ilustración 25. Rozamiento entre la polea y la correa. ....	33
Ilustración 26. Correas Trapeciales. ....	38
Ilustración 27. Cálculo en una Correa Trapecial. ....	39
Ilustración 28. Modelo de un Sistema Grúa-Péndulo con Carga Útil de Elevación .....	43
Ilustración 29. Principio Básico del Modelador de Entrada. ....	44
Ilustración 31. Configuración Experimental (VISTA POSTERIOR). ....	45
Ilustración 32 . Esquema de Conformación de Entrada Adaptativa para Grúas de Elevación. ....	47
Ilustración 33. Longitud del Cable (CASO DE IZADO). ....	47
Ilustración 34. Longitud del Cable (CASO DE IZAJE-BAJADA). ....	48
<i>Ilustración 35. Modelo y Marco</i> .....	51
Ilustración 36 Transformación del carácter del movimiento (de rotación a traslación).....	63
Ilustración 37 Barra de aluminio en el puntual de la embarcación de remo. ....	63
Ilustración 38 grúa elevadora .....	64
Ilustración 39 Ubicación de las poleas a utilizar la distancia se encuentra en mm. ....	64
Ilustración 40 Medidas del prototipo en mm.....	67
Ilustración 41 Configuración de Solidworks para empezar a trazar la estructura. ....	68
Ilustración 42 Tipos de perfil del prototipo. ....	68
Ilustración 43 Declaración de fuerzas de tensión en el análisis estático del prototipo. ....	68
Ilustración 44 Polea utilizada en el prototipo.....	69
Ilustración 45 Prototipo diseñado .....	69
<i>Ilustración 46 Análisis estático</i> .....	70
Ilustración 47. Medidas del prototipo en mm.....	71
Ilustración 48. Prototipo .....	71
Ilustración 49. Ubicación de las poleas en el prototipo .....	72
Ilustración 50 Embarcación de remo .....	76
Ilustración 51. Mediciones de profundidad en el lago.....	76

# **CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

## **INTRODUCCIÓN**

Catemaco está ubicado en la región de los Tuxtlas, donde comúnmente arriban turistas de distintas partes del país y del mundo. En la actualidad una forma de descubrir los parajes que alberga es realizando "ecoturismo". El ecoturismo es una actividad que permite a los visitantes visitar entornos naturales, sin necesidad de dañar los ecosistemas.

El lago de Catemaco es un gran impulsador de actividad turística, a través de él podemos visitar diversas islas en lanchas con motor o en embarcaciones de remo.

En los meses de Junio a Noviembre, Catemaco, se ve azotado por lluvias torrenciales. Las cuáles pueden provocar inundaciones en las embarcaciones de remo. Para la Reserva ecológica de Nanciyaga es un problema que las embarcaciones de remo se inunden. Porque cuando los trabajadores van a rescatar embarcaciones inundadas, estas se vuelven más pesadas; ocasionando dificultades al momento de extraer, también pueden ocasionar que los trabajadores se lesionen, caigan al lago o se ensucien.

El presente trabajo reducir los problemas ocasionados por la extracción de embarcaciones de remo en el lago de Catemaco, principalmente para aquellas que se encuentran en la Reserva Ecológica de Nanciyaga. Para ello se propone crear un modelo, que optimice esta actividad sin que se vea involucrada la integridad de los trabajadores.

Para poder crear este modelo se necesitará entrevistar al director general de Nanciyaga, para conocer qué características debe de tener un dispositivo de extracción de embarcaciones de remo. Para ello se aplicará el método cualitativo, porque lo buscará será las cualidades específicas de este dispositivo. También se aplicarán listas de cotejo para anotar las características de cada embarcación y del área donde se va a trabajar.

En este protocolo se exponen los objetivos y un bosquejo del método a aplicar para la creación un modelo diseñado en un software CAD, que cumpla con las

especificaciones necesarias para poder optimizar esta actividad. Se piensa culminar el modelo en la primera mitad del 2023, y eso se indica en el cronograma de actividades.

### **ALCANCES:**

- Se inspeccionará la zona
- Analizar a fondo el área donde se implementará el proyecto.
- Generar un presupuesto de gastos de mantenimiento y materiales.
- Sustituir el trabajo manual.
- Se enfoca en embarcaciones pequeñas.
- El método desarrollado no debe afectar la actividad turística de Nanciyaga ni al Medio Ambiente.
- Describir el método creado en un manual para poder emplearse.

### **LIMITACIONES:**

- Falta de materiales para llevar a cabo el trabajo.
- Falta de presupuesto para realizar el proyecto.
- Complicaciones para iniciar el proyecto debido al área.
- Este trabajo solo se enfocará en las embarcaciones de remo de la empresa Nanciyaga

El salvamento de embarcaciones suele tornarse tenso e incluso peligroso, todo esto dependiendo de la situación en la que se encuentre el lugar donde se vaya a realizar el rescate. Estas técnicas entran en juego siempre en los rescates, ya que, desde tierra, resultan imposibles. Y lo que es más importante, posibilitan quedarse en el medio en que transcurre la acción.

Una de las principales técnicas de rescate, es tomada de la idea de la empresa "Hidrosfera Sub", es el uso de grúas con encadenados que permitirán levantar las embarcaciones a la superficie, para esto, es necesario implementar un equipo de buceo, con el cual se tendrá acceso a la embarcación antes de subirla.

Cómo se observa en la ilustración 1, otra forma que puede ser implementada, es el uso de bolsas de rescate, que implican el uso de aire, las cuales irán directo a la embarcación y cuando sean cargadas de aire, permitirán “flotar” la embarcación jalándolos lo más cerca de la superficie posible, o trayéndolos completamente a la superficie.



*Ilustración 1 Rescate de embarcación de Bolsas de Aire [1]*

El uso de flotadores y grúas de rescate es una de las principales especialidades de HidrosferaSubs y los diferentes rescates realizados en el mundo. La ilustración 2 muestra un rescate realizado por HidrosferaSub usando grúas. HidrosferaSub cuenta desde grúas ligeras hasta grúas pesadas, de cuadrilátero articulado, grúas cartela, etc. El especial diseño de las grúas es que permiten acceder a cada punto de la superficie cubierta, evitando golpear mástiles de otros barcos en su recorrido de giro. Son perfectas para el trabajo de varada, reparación, mantenimiento y rescate. [2]



*Ilustración 2. Embarcación siniestrada rescatada con grúa [1]*



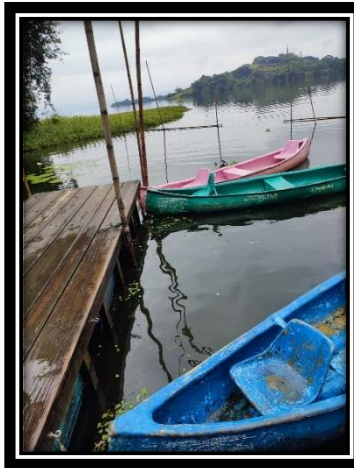
## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La región de Los Tuxtlas es azotada por fuertes lluvias desde los meses de Junio a Noviembre; lo que provoca que en el Lago de Catemaco y otras zonas con similares embarcaciones de remo se inunden, por las fuertes lluvias. Esto a su vez causa complicaciones al querer rescatar estas embarcaciones.

Para extraer embarcaciones de remo en Nanciyaga se utiliza la fuerza de diversos trabajadores que jalan las embarcaciones a un muelle, para después subirla. Luego se necesita voltearla, para poder extraer el agua y volverla a dejar en el lago atada al muelle. Al no tener un método fijo para rescatar lanchas inundadas, genera problemáticas para el personal que esté a cargo de estas embarcaciones, tales como:

- Lesiones en la mano.
- Daños a la cadera.
- Caídas.
- Golpes

Hasta el momento, Nanciyaga cuenta con 8 embarcaciones de remo atadas a un muelle flotante.



*Ilustración 3 Embarcaciones de remos sujetas al muelle flotante de Nanciyaga [1]*

En dado caso de no contar con un método eficaz para el rescate de embarcaciones en la época de lluvia, podría causar que la empresa encargada de ofrecer este servicio pague aún más para tratar con los accidentes de sus trabajadores; causado por el rescate de estas embarcaciones. También sus gastos se verían en aumento tratando de dar mantenimiento a las embarcaciones que fueron rescatadas y considerar la compra de nuevos elementos.

Se debe tener un método eficaz para rescatar las embarcaciones de remo, así se evitará que los trabajadores que tienen necesidad de rescatarlas no tengan accidentes en el intento. Entre las acciones se podría llevar a cabo la implementación de un sistema de poleas o bolsas de aire. Para que así, el rescate de estas embarcaciones sea mucho más fácil y menos riesgoso.

### ➤ **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El desarrollo de un modelo basado en sistemas mecánicos para extraer embarcaciones, permitirá determinar la eficiencia de éste?

### ➤ **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué método es más efectivo para poder extraer las embarcaciones de remo de Nanciyaga?

¿Qué están haciendo otras empresas para poder rescatar embarcaciones de remo inundadas?

¿En qué otra situación se puede aplicar el método desarrollado?

## **OBJETIVO GENERAL**

Crear un modelo mecánico eficaz, que facilite el rescate de embarcaciones de remo que tiene la empresa “Nanciyaga”, sin afectar las actividades ecoturísticas que presentan.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Definir que método es más fácil y menos riesgoso para poder rescatar las embarcaciones de remo.
2. Diseñar el modelado empleando software CAD, los distintos materiales que se utilizarán para el rescate de las embarcaciones de remo.
3. Verificar mediante simulación, la eficiencia del sistema diseñado.
4. Crear un manual donde se explique la utilización y montaje del sistema de extracción de embarcaciones de remo, sin que se afecte las actividades ecoturísticas.

## **JUSTIFICACIÓN**

El principal enfoque del proyecto presentado es el salvamento de embarcaciones, de remo, los cuales son muy utilizados en la zona de Los Tuxtlas, ya que es una de las zonas más visitadas por los turistas de las diferentes partes del país y del mundo. Actualmente, en la zona del Lago de Catemaco, los recorridos en la lancha o embarcaciones de remo son una de las actividades más comunes en las diferentes islas con las que cuenta este municipio, haciéndose más atractivo para el enfoque turístico y llame más fácil la atención del turista por visitar esta zona.

En Nanciyaga, se cuenta con 8 embarcaciones de remo, cuando estas se inundan, el personal de mantenimiento o el equipo de guías (únicamente personal masculino) van al muelle flotante donde se encuentran atadas; para rescatarlas del agua. En ocasiones, es necesario la ayuda de 6 personas para poder subir una de estas embarcaciones al muelle flotante y poder retirar toda el agua que se encuentra dentro de ellas.



*Ilustración 4. Embarcaciones de remo en Nanciyaga atada al muelle flotante.*

Teniendo un método eficiente para poder rescatar embarcaciones de remo inundadas, todos los problemas con respecto al rescate desaparecerían. Así los encargados de rescatarlas no correrían algún riesgo y la empresa no cubriría con los gastos generados por lesión. Todos los empleados que poseen nomina están afiliados al IMSS y los empleados voluntarios no tienen afiliación al IMSS, pero la empresa se hace cargo de los accidentes que les ocurra dentro del trabajo.

El uso de lanchas y botes es muy atractivo para quien le guste remar, pero durante los meses de Junio hasta Noviembre [3], que corresponde a la temporada de huracanes, la zona de Los Tuxtlas resulta afectada por las fuertes lluvias que se presentan en dicha temporada, causando afectaciones y tornándose peligroso el uso de Lanchas en estas fechas, ya que el lago puede llegar a crecer aproximadamente un metro de su altura normal, a consecuencia de las lluvias. Las embarcaciones de remo son las más afectadas por esta situación, ya que han llegado a hundirse en su totalidad, generando pérdidas a los propietarios de cada una de ellas.

Por ello, este proyecto permitirá implementar un método de rescate de embarcaciones de remo de la empresa “Nanciyaga”, con el fin de que las personas encargadas de su rescate y la misma empresa, no se vean afectados económicamente al tener que conseguir unidades nuevas para continuar con sus

actividades diarias o con tener que pagar la lesión de un trabajador. Con este método reduciría los riesgos que presenta el rescate de embarcaciones de remo. Solo bastaría la restauración de las mismas (siendo de un precio más accesible) y reutilizar cada una de estas embarcaciones.

Por el momento no se cuenta con un capital inicial para poder llevar a cabo el proyecto, tampoco contamos con el apoyo de una fuente externa al equipo de trabajo para poder llevar a cabo el proyecto. Lo que es un hecho serio que el método que se desarrolle, contenga materiales que no dañen el ambiente, porque “Nanciyaga” es una reserva ecológica. También que la construcción o montaje de los materiales que ocuparemos, no interrumpen la actividad turística.

Para iniciar con el funcionamiento de este proyecto en la zona turística “Nanciyaga” se requerirá del apoyo de los diferentes programas de apoyo al turismo y economía, por ejemplo: SECTUR (Secretaría de Turismo) el cual puede sustentar y apoyar para el financiamiento del proyecto, así como también servirá de apoyo para conseguir los materiales y el equipo necesario para el rescate de las unidades, ya que al ser equipo de rescate patentado y capacitado para las actividades requeridas, deben ser conseguidas con las patentes y las normas requeridas, que se pueden conseguir en el país o en otras partes del mundo. (Estados Unidos o Europa).

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **ANTECEDENTES**

El lago de Catemaco es el tercer cuerpo lacustre más grande del país. Ubicado dentro del estado de Veracruz, en la región de Los Tuxtlas. Este cuerpo lacustre ha sido el sustento de familias por generaciones, gracias a la actividad pesquera.

En la actualidad, el ecoturismo es una actividad en donde los visitantes de distintas partes del país, y del mundo pueden visitar zonas poco desarrolladas, aprovechando de manera sostenible los recursos naturales que ofrecen. La región de Los Tuxtlas ha sido impulsada gracias a esta actividad. Dentro de sus nueve municipios, Catemaco se destaca gracias al ecoturismo, aprovechando su Lago.

Al día de hoy, pueden ofrecer recorridos en lancha para poder observar las distintas islas que se encuentran en el lago, así como la flora y fauna que alberga. Pero no solo pueden observar su belleza a través de lanchas de motor, sino también usando lanchas de remo. Estas lanchas son atractivas para quien le guste remar. En los meses de Junio a Noviembre, esta región es afectada por fuertes lluvias que incluso pueden hacer que el lago crezca hasta un metro.

Las principales embarcaciones afectadas por estas lluvias son las lanchas de remo, que pueden quedar sumergidas en su totalidad en el lago y para extraerlas se necesita un gran esfuerzo físico; ante estas acciones, los trabajadores de estas empresas que ofrecen este servicio pueden quedar lesionados. Por ende, es necesario desarrollar un método eficaz para poder extraer embarcaciones de remo, y así evitar accidentes humanos.

Después de que termina las lluvias que azotan el Lago de Catemaco, las embarcaciones de remos quedan inundadas parcialmente o totalmente sumergidas debido a que quedan atascadas entre el lodo o fango, lo que genera problemas al momento de extraerla. Estos problemas pueden presentarse en las personas en forma de lesiones en la cadera, en la mano, incluso que los trabajadores encargados de la extracción se caigan al agua o se ensucien. De ahí nace la necesidad de crear un método que desaparezca todos estos problemas al momento de querer extraer embarcaciones de remo para su reutilización.

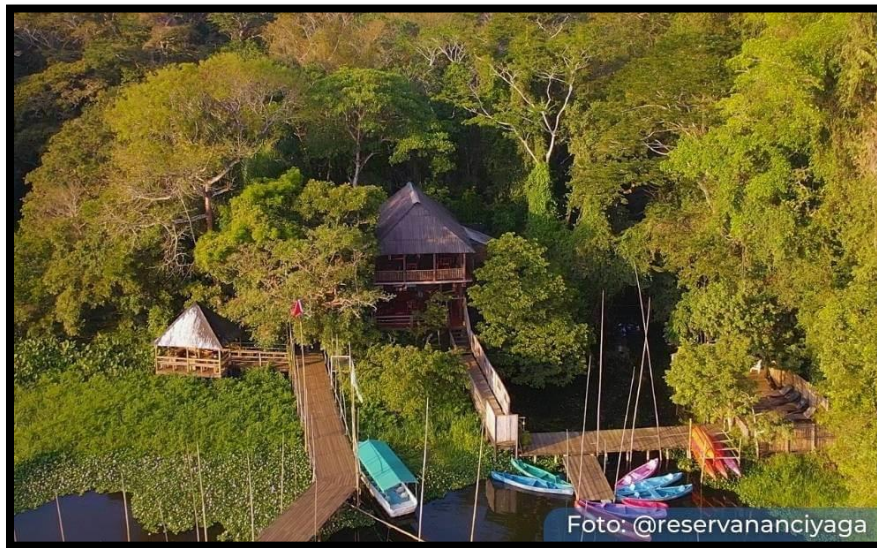
Hasta el momento, no se ha realizado ninguna acción, proyecto o propuesta para corregir esta problemática.

## **MARCO HISTÓRICO**

Nanciyaga es el lugar donde concluye la selva tropical más al norte del mundo, con su incalculable diversidad en flora y fauna, el lago y las aguas minerales que otorgan moviendo al entorno, da la posibilidad al visitante de que, en armonía con lo natural, regrese a su origen. Resguardando el entorno y favoreciendo con el ecoturismo sustentable, Nanciyaga ofrece al turista una alternativa diferente de descanso, que

va desde una impresionante visita guiada por el lugar, hasta la práctica de ciertas tradiciones prehispánicas como el baño de temazcal. Nanciyaga es una bellísima reserva ecológica que abarca 14 hectáreas y se ubica en la región de Los Tuxtlas. El Parque Ecológico Educativo Nanciyaga ofrece a los visitantes una gran variedad de actividades. La *ilustración 5* muestra una distribución de las embarcaciones de remo que se utilizan en la reserva.

A lo largo del tiempo siempre se busca reformar y dar un nuevo sentido a las cosas, con el objetivo de llegar a hacer los trabajos de manera más fácil o disminuir la complejidad de las cosas, ahora entendiendo en nuestro tema basado en la “extracción de lanchas en el lago de Catemaco” [4]



*Ilustración 5. Muelle Principal de Nanciyaga*

## **CLIMA DE CATEMACO**

El clima y el tiempo promedio en todo el año en Catemaco, México. En Catemaco, la temporada de lluvia es opresiva y nublada; la temporada seca es bochornosa, ventosa y mayormente despejada, es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16°C a 31°C y rara vez baja a menos de 13°C o sube a más de 34°C, en la *ilustración 6* nos muestran el clima dividido mensualmente en la ciudad de Catemaco. En base a la puntuación

de turismo, la mejor época del año para visitar Catemaco para actividades de tiempo caluroso es desde principios de Diciembre hasta mediados de Abril.

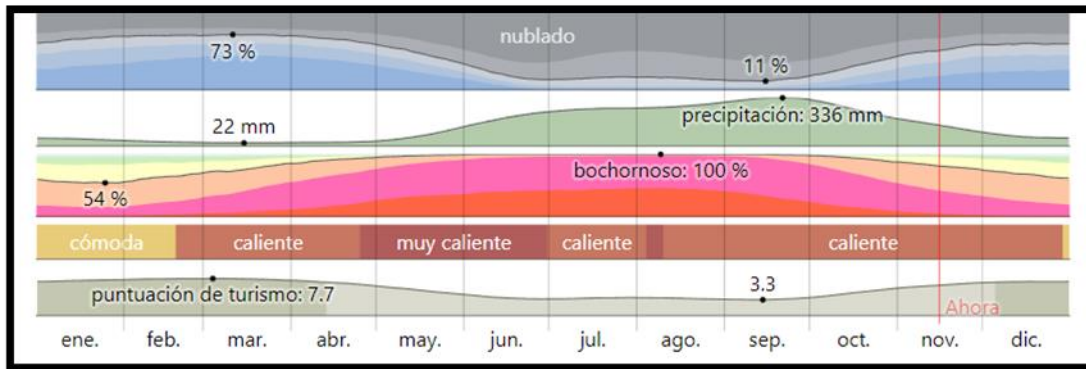


Ilustración 6. Clima en Catemaco (Dividido por Meses)

La temporada calurosa dura 4 meses (Del 21 de Abril al 10 de Septiembre) y la temperatura máxima promedio diaria es más de 29°C. El mes más cálido del año en Catemaco es Junio, con una temperatura máxima promedio de 30°C y mínima de 22°C. La ilustración 7 nos muestran gráficamente la temperatura máxima y mínima en la zona. [5]

La temporada fresca dura 2 meses (Del 14 de Diciembre al 1 de Marzo) y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25°C. El mes más frío del año en Catemaco es Enero, con una temperatura mínima promedio de 16°C y máxima de 23°C. [5].

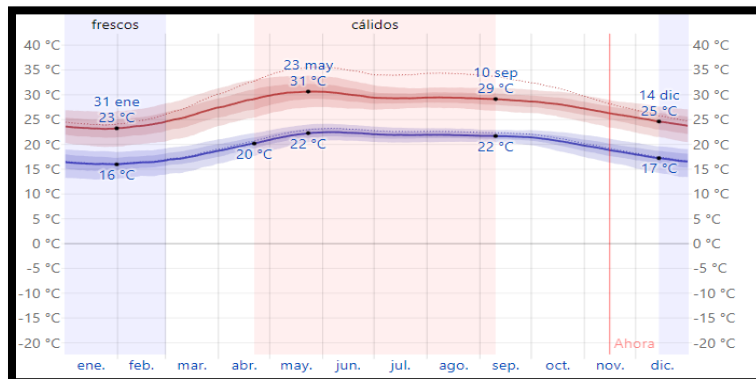


Ilustración 7. La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25 a 75° y 10 a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.



En la siguiente tabla, se describen las temperaturas promedio de Enero – Noviembre.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	23 °C	24 °C	26 °C	29 °C	30 °C	30 °C	29 °C	29 °C	29 °C	28 °C	26 °C	24 °C
Temp.	19 °C	20 °C	21 °C	24 °C	26 °C	26 °C	25 °C	25 °C	25 °C	24 °C	22 °C	20 °C
Mínima	16 °C	16 °C	18 °C	20 °C	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	21 °C	19 °C	17 °C

*Tabla 1. Temperaturas promedio temporada Enero-Diciembre*

En la “Reserva Ecológica Nanciyaga” es donde se buscará aplicar el prototipo a desarrollar, este prototipo tiene que estar adecuado para que se use en el muelle flotante donde permanecen las embarcaciones de remo. Este muelle está sobre una zona pantanosa en el lago de Catemaco.

Actualmente, para llevar a cabo la extracción de alguna embarcación de remo en ruinas o siniestrada, se realiza de forma manual, esto con la ayuda de cuerdas para agilizar el levantado de la embarcación, pero esto representa un peligro para el personal que realiza el rescate, ya que existe el riesgo de ocurrir algún accidente y que el personal resulte afectado por dicho problema. Por ello, en base a lo investigado, nace la idea para resolver esta problemática, implementando el uso de grúas de menor escala, que permitan levantar y soporten el peso de las embarcaciones de remo, para que al personal de rescate (trabajadores de la reserva).

Una de las formas con las cuales se puede extraer estas embarcaciones es a través de las bolsas de aire, con esta técnica, se emplean bolsas de aire del tamaño requerido para poder mantener a flote las embarcaciones que se quieran reincorporar, así, la función de la bolsa de aire es llevar y mantener en la superficie a la embarcación.

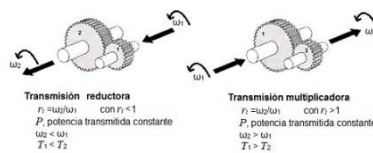
Otra de las técnicas es mediante la implementación de grúas, ya que como sabemos, la función principal de una grúa es el levantamiento y traslado horizontal de materiales u otros objetos, así nosotros, diseñamos un mecanismo-grúa con la capacidad de soportar y trasladar las embarcaciones a donde sean requeridas.

## **SISTEMAS CINEMÁTICOS MECÁNICOS [6]**

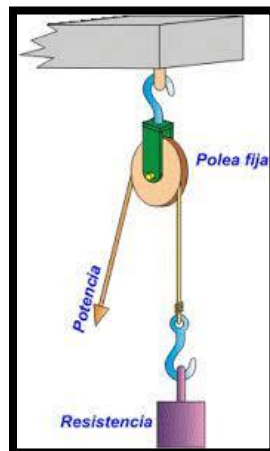
Hay dos tipos de movimientos, rotatorio a rotatorio y de rotatorio a rectilíneo; para un sistema de poleas se realiza el movimiento de rotatorio a rotatorio, ya que al rodar la polea motriz traduce el movimiento a la polea conducida y hace que rote.

### ❖ **Sistema de Transmisión**

Se denominan transmisiones mecánicas a los mecanismos que se emplean para transmitir la energía mecánica, desde la máquina o elemento motor a los órganos de trabajo de una máquina, con transformaciones de las velocidades, de las fuerzas o momentos (*ilustración 8*) y a veces con las transformaciones del carácter y de la ley del movimiento (*ilustración 9*).



*Ilustración 8. Transformación de las Velocidades y Momentos torsores*



*Ilustración 9. Con transformación del carácter del movimiento (de rotación a traslación)*

Como se puede observar en las *ilustraciones 4 y 5*, se utilizará para el prototipo un sistema de transmisión que pase de rotación a traslación, para poder extraer embarcaciones de remo inundadas.

#### ❖ **Transmisión por Correas Planas [6]**

Toda correa ayuda para transmitir un movimiento de rotación, potencia entre arboles normalmente paralelos, entre los cuales no es preciso mantener una relación exacta y constante.

No se puede exigir una relación de transmisión exacta y constante, se debe a que en estas transmisiones hay pérdidas, debido al deslizamiento de las correas sobre las poleas. Este deslizamiento no es constante si no que varía en función de las condiciones de trabajo; de los valores de par de transmisión y de la velocidad de la correa.

Toda transmisión por medio de correas es denominada de tipo flexible pues absorben vibraciones y choques de los que se transmite muy poco al eje arrastrado. Estas transmisiones son adecuadas para distancias entre ejes relativamente grandes, actuando bajo condiciones difíciles de trabajo (polvo, humedad, calor, etc.), son silenciosos y tienen una vida útil larga.

Las correas tipo plano se constituyen por una banda continua cuya sección transversal es rectangular, fabricadas de distintos materiales siendo los más empleados;

- El cuero de 4 a 6 mm de espesor. Para bandas de más espesor se unen capas sucesivas de cuero con ayuda de adhesivos, construyéndose bandas de dos capas y bandas de tres capas. Según su capacidad se pueden clasificar en tres grupos:

#### ❖ **Clase I:**

$P_{permisible} = 2.54N/cm^2$  y *velocidad maxima de hasta 12m/s*

❖ **Clase II:**

$\sigma_{ermisible} = 2.95N/cm^2$  y velocidad maxima de hasta 24m/s

❖ **Clase III:**

$\sigma_{ermisible} = 3.36N/cm^2$  y velocidad maxima de hasta 45m/s

- Tejidos de algodón o banda de nylon. Se construye con varias capas de tejido, normalmente recubiertas de caucho o plástico para su protección y mayor duración. La tensión permisible se encuentra entre los 125 y 250 kg/cm<sup>2</sup> y su velocidad lineal máxima es de hasta 40 m/s.

❖ **Transmisión Simple [6]**

Es el sistema de poleas más simples y está formado por dos ejes (conductor y conducido), dos poleas fijas de correa (conductora y conducida), una correa y una base sobre la que va fijada todo el conjunto.

El conductor o motriz es el eje que dispone del movimiento que queremos trasladar o transformar y el eje conducido es el eje que obtiene esa transformación de movimiento a la salida.

❖ **Sistema Reductor de la Velocidad [6]**

Este sistema posee la polea conductora o motriz, tiene un diámetro menor que la polea conducida. La velocidad de la polea conducida (N1) es menor que la polea conductora (N2), quiere decir que ( $i < 1$ ). La *ilustración 10* muestra las particularidades que tiene este sistema.

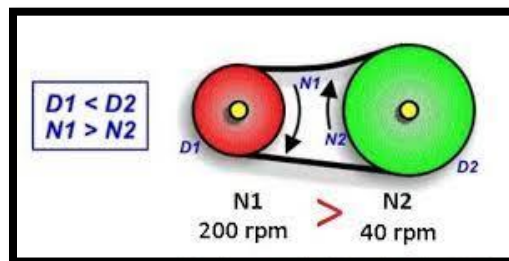


Ilustración 10. Sistema Reductor de Velocidad

$$N_1 > N_2$$

$$D_1 < D_2$$

$$D_1 * N_1 = D_2 * N_2$$

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

#### ❖ Sistema Multiplicador de Velocidad [6]

Se caracteriza porque la polea motriz tiene un diámetro mayor que la conducida. La velocidad de la conducida es mayor que el de la motriz ( $i > 1$ ). La *ilustración 11* muestra la particularidad de este sistema.

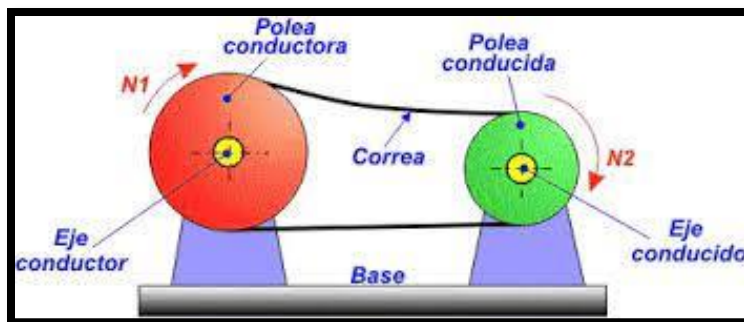
$$N_1 < N_2$$

$$D_1 > D_2$$

$$D_1 * N_1 = D_2 * N_2$$

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

*Ecuación 2.*



*Ilustración 11. Sistema Multiplicador de Velocidad*

#### ❖ Sistema Transmisor Motriz [6]

En este sistema el diámetro de la polea conductora ( $D_1$ ) es igual al de la polea conducida ( $D_2$ ) como se muestra en la *ilustración 12*. La velocidad de la conducida es igual que el de la conductora ( $i = 1$ ).

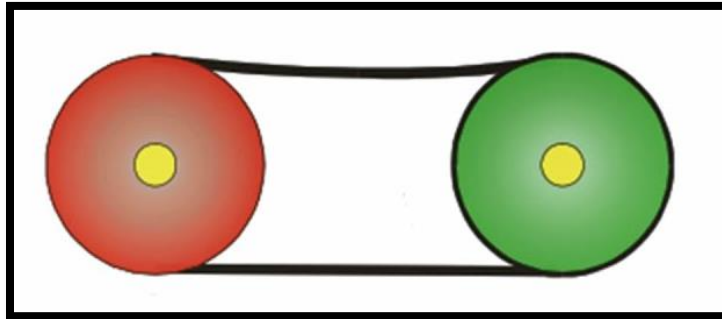
$$N_1 = N_2$$

$$D_1 = D_2$$

$$D_1 * N_1 = D_2 * N_2$$

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

*Ecuación 3.*



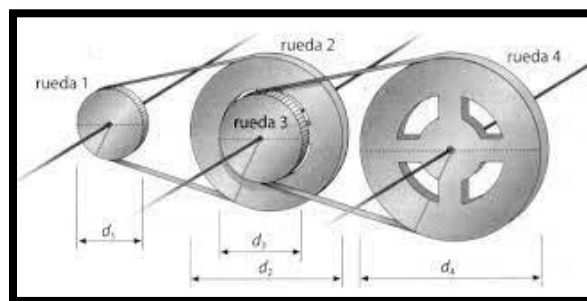
*Ilustración 12. Sistema de Transmisor Motriz*

### ❖ Transmisión Compuesta [6]

En este sistema se elabora con un soporte sobre el que se instalan varios sistemas de poleas simples con sus respectivos ejes y se usa una correa por cada dos poleas. Este sistema se monta en cadena. Para esta clase de sistema, se puede aplicar las fórmulas vistas anteriormente (*ecuación 1, 2 y 3*); por cada sistema simple.

Se puede obtener la transmisión total de un sistema de transmisión mecánica (*ilustración 13*), expresado de la siguiente manera:

$$i_t = i_1 * i_2 * i_3 * \dots * i_n$$



*Ilustración 13. Sistema de Transmisión Completa*

## ❖ Transmisión por Correas Trapezoidales [6]

Las correas trapezoidales tienen una amplia aplicación en la industria desde que surge la necesidad de accionamientos independientes al inicio del siglo XX. Este tipo de correa tiene la capacidad de admitir una transmisión con una pequeña distancia entre centros. La sección transversal de correa trapecial se define por su ancho y su alto.

Las transmisiones por correa tienen las siguientes ventajas:

- Transmisión simple por eliminación de contra ejes, tensores, etc.
- Gran administración de espacio por colocación cercana de poleas entre sí.
- Continuidad de funcionamiento, ya que la rotura de algún anillo no obliga a detener el trabajo de la máquina.
- Mínimo estiramiento de las correas y elasticidad de transmisión.
- Es silencioso.
- Seguridad del personal operario.
- Limpieza
- Reducción de carga sobre los soportes, desde un 50% hasta un 70%.
- Resistencia al polvo y a la humedad.
- Rendimiento máximo.

Algunos de los inconvenientes que presenta son los siguientes:

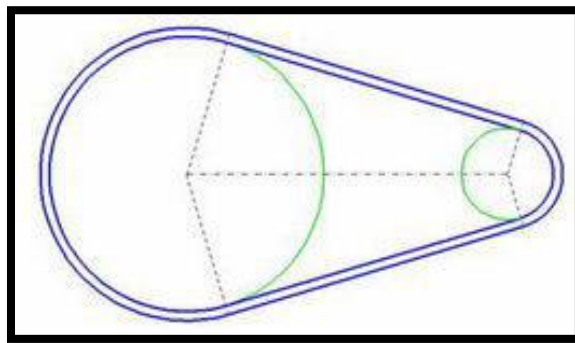
- Necesitan de un esfuerzo inicial de pretensado, este produce una sobrecarga inicial del eje que puede llegar a problemas de fatiga.
- Posible deslizamiento en la transmisión con lo que la relación de transmisión llega a sufrir variaciones mínimas.
- Se requiere controlar el tensado de la correa, ya que si tenemos una correa destensada disminuye un rendimiento hasta el 5%, hasta no poder transmitir nada de potencia.
- Puede tener pérdidas de potencia elevadas, afectando directamente al rendimiento.
- No soportan condiciones altas de temperatura debido a su material elastómero o sintético.

- Poseen un desgaste mayor que las cadenas o engranajes, en función de los factores ambientales: humedad, polvo, luz solar, lubricantes, etc.

En función de la configuración de la transmisión se pueden clasificar en:

#### ❖ TRANSMISIÓN POR CORREA ABIERTA [6]

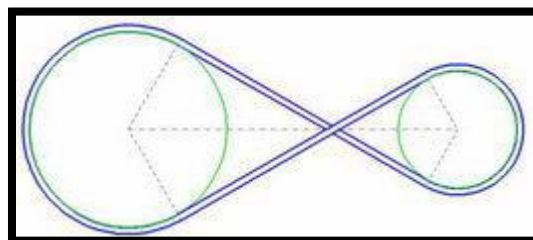
Este tipo de transmisión es la más común y se emplea en árboles paralelos si el giro de ambos se realiza hacia el mismo sentido como vemos en la siguiente ilustración:



*Ilustración 14. Transmisión por Correa Abierta*

#### ❖ TRANSMISIÓN POR CORREA CRUZADA [6]

También es empleada en árboles paralelos solo si se desea que éstos giren en sentidos opuestos, como vemos en la *ilustración 15*. Se debe procurar que no exista contacto en la zona de cruce entre los ramales de la correa, ya que al ocurrir eso, se produciría un fuerte desgaste. Para evitar estos inconvenientes, se recomienda que la distancia entre ejes supere 30 a 35 veces el ancho de la correa.



*Ilustración 15. Transmisión por Correa Cruzada*



## ❖ TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES [6]

Se puede transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes, que pueden modificar las características de velocidad y sentido de giro. Estos ejes pueden ser paralelos, cruzados o que coincidan. Estos mecanismos se emplean como reductor de velocidad en la industria, en los electrodomésticos y en automoción.

## **ESTRUCTURA DE GRÚAS [6]**

El diseño de estructuras de soporte para grúas viajeras es una problemática que se presenta de forma muy común en la práctica para la cual en México no existen metodologías precisas para facilitar al diseñador la toma de decisiones tanto en la estructuración como en la evaluación del nivel de seguridad que dicha estructura debe tener.

Es muy común encontrar que las industrias requieran de la implementación de un sistema de grúas para poder mejorar su producción, por lo que se requiere diseñar estructuras o reforzar las existentes para poder resistir los efectos de carga repetidas inducidas a la estructura y poder seguir cumpliendo los parámetros permisibles normativos de seguridad estructural.

Se presentan en ejemplo real de una estructura que fue diseñada para resistir unas grúas de común capacidad en donde se requiere por necesidad del usuario cubrir los estándares para garantizar los requisitos para una estructura en un área específica en el lago de Catemaco.

## ❖ GRÚA MÓVIL [6]

Una grúa móvil o grúa montada es cualquier grúa que tiene movilidad y que ocasionalmente está transportando una carga. Las grúas móviles a menudo funcionan utilizando una pluma o una armadura de la que tiene un gancho, suspendido por un cable o cuerda de alambre y poleas, en el extremo.

Una ventaja de la grúa móvil es su sencillez de movilidad y su agilidad en el manejo de diversas cargas o fletes rápidamente. Las grúas móviles son muy flexibles en términos de su capacidad de moverse y pueden acceder a varias áreas en un sitio en cualquier momento.

Las grúas montadas pueden viajar a un sitio de trabajo, completar el trabajo y viajar de regreso a la empresa de renta, lo que lo deja con menos dolores de cabeza en términos de espacio y configuración del sitio. Sin embargo, en áreas de alta densidad, siempre se debe considerar si hay espacio para el radio de operación de una grúa móvil y su pluma extensible.

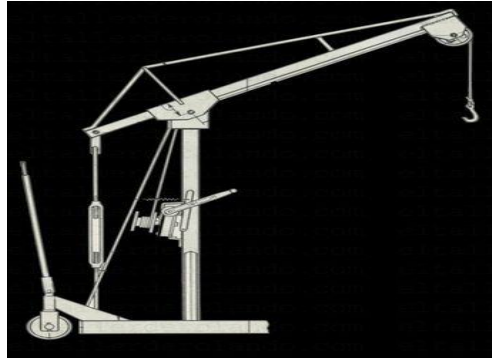
El izaje de cargas es una operación mecánica que se realiza para mover objetos que no pueden ser transportados manualmente por su complejidad y su alta responsabilidad en la industria. apoya y guía al operador de grúas mediante señales durante el levantamiento de cargas.



*Ilustración 16. Pluma Hidráulica.*

## **PLUMAS HIDRÁULICAS**

Una pluma hidráulica tiene la capacidad de elevar distintos tipos de carga, objetos pesados y materiales de forma fácil y segura. En la *ilustración 17*. se presenta una pluma hidráulica, es una herramienta diseñada para facilitar el proceso de levantar objetos y trasladarlos alrededor de las instalaciones.



*Ilustración 17. Pluma Hidráulica*

Son de estructura liviana y resistente con capacidades que varían según el modelo, desde 1 a 3 toneladas, facilitando el trabajo del operador puesto a que son equipos portátiles que pueden ser operados de forma manual, ágiles y sencillos para levantar y transportar equipos pesados.

La pluma hidráulica es una pieza indispensable para cualquier fábrica, almacén o taller.

#### **Pluma Hidráulica 1 t**

- Sistema plegable.
- Estructura de acero para servicio pesado.
- 4 ruedas giratorias que proporcionan una mejor operación y maniobrabilidad.
- Peso: 75 Kg

#### **Pluma hidráulica 3 t con extensiones frontales**

- •Pluma hidráulicas con extensiones.
- •Estructura de acero.
- •Capacidad de 3 toneladas
- •Ruedas traseras giratorias.
- •Rango de trabajo del brazo: 1.20- 1.83 metros.
- •Rango de levante: 0-2.20.
- •Peso: 140 Kg

#### **Pluma hidroneumática 2t plegable**

- Capacidad 2 toneladas
- Doble modalidad de operación, manual o neumática
- Piernas plegables para fácil almacenaje
- Ruedas giratorias
- Brazo telescópico con 4 posiciones ajustables
- Peso: 25 Kg

### **Pluma hidráulica de 2t plegable**

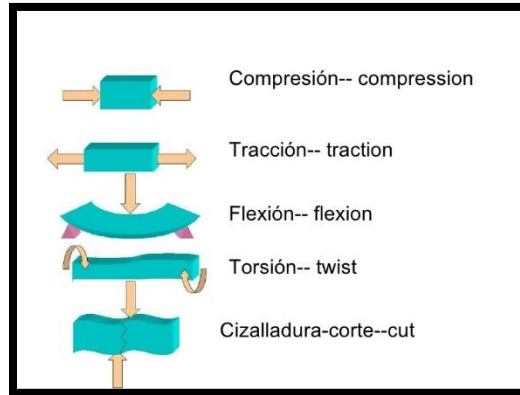
- Ahorra el 65% de espacio por su novedoso sistema plegable.
- Estructura de acero para servicio pesado.
- 4 Ruedas giratorias que proporcionan una mejor operación y maniobrabilidad.
- Patas que se doblan hacia arriba para un rápido y fácil almacenaje.
- Rango de elevación: 0 – 2380 mm.
- Rango de trabajo del brazo: 1050 – 1550 mm.
- Peso: 68 Kg

## **MARCO CONCEPTUAL**

El marco conceptual para este tema corresponde a conceptos relacionados con los elementos que componen la etapa de extractores o sistemas de movilidad de objetos pesados. Temas del área de mecánica, carga, fuerzas de tensión y poleas, se describen en este apartado.

### **❖ CARGAS [6]**

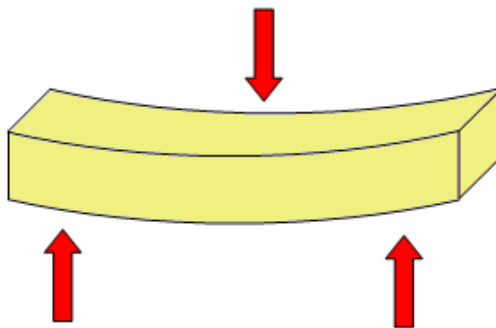
Las cargas mecánicas existen cuando las fuerzas externas tienen un impacto sobre un objeto. Estas fuerzas se pueden generar por tensión, presión, cizallamiento, flexión, torsión, etc.



*Ilustración 18. Cargas*

### ❖ **ESFUERZO** [6]

El esfuerzo es una fuerza que actúa sobre el área unitaria en la que se aplica, existen esfuerzos de tensión, flexión, compresión y cortantes.



*Ilustración 19. Representación del Esfuerzo.*

### ❖ **TENSIÓN** [6]

Se denomina tensión mecánica a la magnitud física que representa la fuerza por unidad del área en el entorno de un punto material sobre una superficie real o imaginaria de un medio continuo. Es decir, posee unidades físicas de presión.

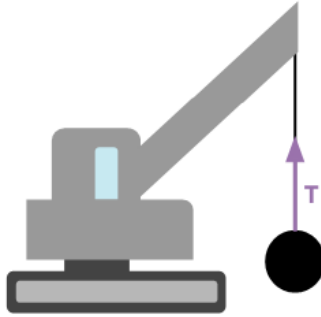


Ilustración 20. Tensión

### ❖ FRICCIÓN [6]

La fricción es una fuerza tangencial sobre una superficie que se opone al deslizamiento de un objeto a través de una superficie adyacente con la que está en contacto. La fuerza de fricción es paralela a la superficie y opuesta, en sentido, a su movimiento.

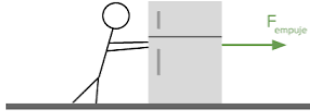


Ilustración 21. Fricción

### ❖ DESPLAZAMIENTO [6]

Es el vector que define la posición de un punto o partícula en relación con un origen A con respecto a una posición B. El vector se extiende desde el punto de referencia hasta la posición final.

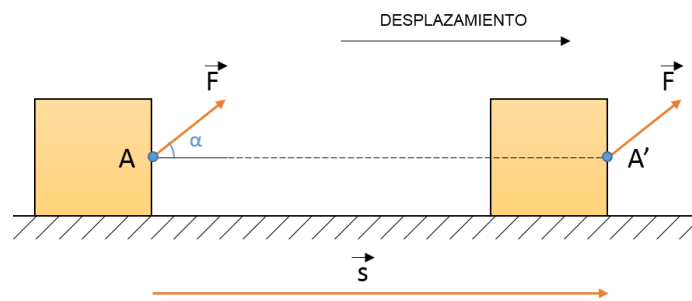
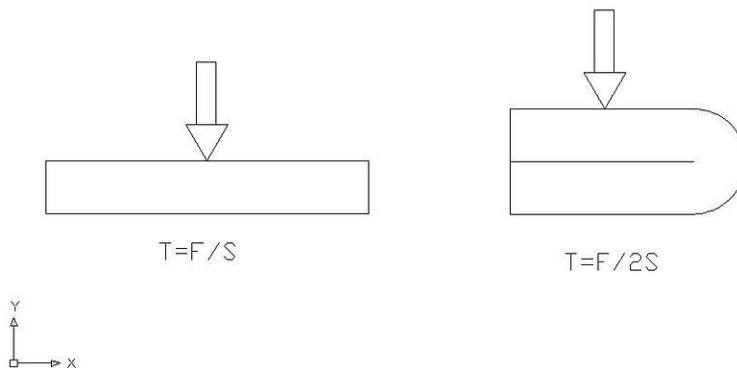


Ilustración 22. Desplazamiento.

### ❖ RIGIDEZ [6]

Es una medida cuantitativa de la oposición a las deformaciones elásticas producidas en un material a causa de una fuerza o esfuerzo, que contempla la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones. Los coeficientes de rigidez son magnitudes físicas que cuantifican la rigidez de un elemento resistente bajo diversas configuraciones de carga. Normalmente las rigideces se calculan como la razón entre una fuerza aplicada y el desplazamiento obtenido por la aplicación de esa fuerza.



*Ilustración 23. Rigidez*

### ❖ CADENA CINEMÁTICA [6]

Una cadena cinemática es un conjunto de eslabones o piezas, generalmente rígidos. Conectados entre sí por juntas de forma que permiten o suprimen determinados movimientos.

En palabras más simples, una cadena cinemática es formada principalmente por la parte motriz, la cual genera una rotación siguiendo un trayecto de piezas unidas entre sí, en la cual este movimiento puede transformarse en lineal hasta llegar a la parte conducida o de trabajo.

A cada uno de los pares de engranajes correlativos se les llama “Tren de Engranajes”.

### ❖ MECANISMO [6]

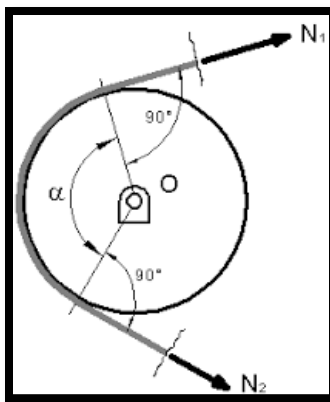
Mecanismo, del término latino *mechanisma* y se refiere al conjunto de las partes que conforman una máquina en su disposición adecuada.

También podemos llamar mecanismo al conjunto de elementos rígidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones que se conocen como pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, etc.).

Un mecanismo es un sistema que transforma un movimiento y una fuerza de entrada en otra de salida.

### ❖ TENSIÓN DE CORREA [6]

Sea una polea articulada a un elemento fijo, alrededor de la cual está enrollada una correa plana con un ángulo de contacto igual a  $\alpha$ , tal como se muestra en la *ilustración 24*. Podemos observar que  $N_1$  y  $N_2$  son las tensiones (esfuerzos normales) en los extremos de la correa.



*Ilustración 24. Tensiones en los extremos de la correa.*

Una correa es un sólido funicular (o hilo), es decir, cualquier sección transversal de la correa solo trabaja a tracción (esfuerzo normal positivo).

Si las tensiones en sus extremos  $N_1$  y  $N_2$  son iguales, el rozamiento entre la polea y la correa es despreciable (*ilustración 25*). Su demostración es considerando el



equilibrio de momentos respecto al punto O, teniendo en cuenta la siguiente ilustración de sólido libre de la correa mostrado a continuación.

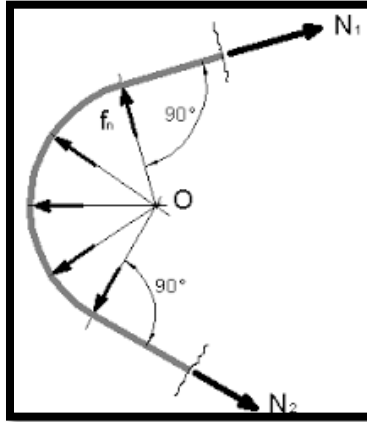


Ilustración 25. Rozamiento entre la polea y la correa.

La reacción de la polea sobre la correa es en la dirección normal (radial) en cualquier punto de contacto polea-correa. Se estima la reacción total como una fuerza de densidad constante e igual a  $f_n$ . Todas las reacciones polea-correa puntuales son concurrentes en el punto O, por lo que no crean momento respecto a dicho punto O, por lo que no crean momento respecto a dicho punto. Con ello se demuestra la siguiente igualdad.

$$\sum \overline{M}_O = \vec{0} \rightarrow -N_1 * R + N_2 * R = 0 \rightarrow N_1 = N_2$$

Donde  $R$  es el radio de la polea.

Por el contrario, si no es despreciable el rozamiento entre polea y correa, existirá una diferencia entre las tensiones  $N_1$  y  $N_2$ .

Las correas con tensiones  $N_1$  y  $N_2$  diferentes en sus extremos (se considera el caso  $N_1 > N_2$ ) estará en equilibrio sometida a dichas tensiones y a la reacción de la polea sobre ella. Con rozamiento, esta reacción consta de fuerzas normales y fuerzas tangenciales (o de rozamiento) distribuidas a lo largo del tramo de correa que está en contacto con la polea. Denominando  $f_n$  y  $f_r$  a estas fuerzas distribuidas por

unidad de longitud de correa, las fuerzas de rozamiento estarán dirigidas en un sentido tal que se oponga al posible deslizamiento de la correa sobre la polea.

La siguiente relación representa las dos tensiones cuando el deslizamiento de la correa es inminente en sentido horario:

$$\frac{N_1}{N_2} = e^{\mu\theta} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Si el deslizamiento de la correa fuera inminente en sentido anti horario (es decir, si  $N_2 > N_1$ ), se hubiera llegado a:

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{\mu\theta} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Donde:

- ❖  $\mu =$  Coeficiente de rozamiento correa – polea.
- ❖  $\theta =$  ángulo de contacto correa – polea.

Esta ecuación es de gran utilidad para los cálculos de frenos en sistemas cinemáticos mecánicos.

El coeficiente de rozamiento  $\mu$  entre polea y correa esta muy estudiado, habiendo tablas que muestran los valores de  $\mu$ .

#### ❖ CÁLCULO DE ÁREA TRANSVERSAL [6]

La sección transversal de la correa plana se calcula con la fórmula que ofrece la tensión o esfuerzo en el ramal más cargado, o sea el sometido a la carga  $N_1$ :

$$\sigma = \frac{N_1}{A} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Debido a que  $\sigma \leq \sigma_{permisible}$  entonces el área mínima de la sección vendrá dada por:

$$\text{Ecuación 7.}$$

$$A = \frac{N_1}{\sigma_{permisible}}$$

Como el área A es una sección rectangular, si **b** es la anchura de la correa se tendrá que el espesor mínimo necesario en la correa es **a**, dado por:

$$a * b = A \rightarrow a = \frac{A}{b} \quad \text{Ecuación 8.}$$

La velocidad de la correa, incide de manera importante en su comportamiento, debido a que la fuerza centrífuga se incrementa rápidamente con la velocidad y puede llegar a valores donde la transmisión de potencia sea nula. Las velocidades mayores a 30 m/s no se aconsejan en la práctica, ya que las flexiones a las que se somete la correa al pasar sobre las poleas actúan sobre la vida útil y como consecuencia se reducirá la vida útil.

La *tabla 2* muestra una medida empírica de los diámetros mínimos de poleas en mm. Este aspecto es de gran importancia en el cálculo de transmisiones con correas planas.

Velocidad lineal m/s	Espesor de correa pequeño <7mm	Espesor medio 7-9 mm	Espesor grande 9-14 mm
V<12	60-100	100-200	200-500
12<V<20	70-110	110-220	220-550
20<V<30	90-130	130-250	250-600

TABLA 2. Diámetros Mínimos de Poleas en mm.

## **TENSIÓN DE LAS CORREAS PLANAS [6]**

Conocer las tensiones en las correas planas dará a conocer que fuerza de tensión trabaja nuestra correa. Así evitar sobrecargas en las correas y evitando la ruptura del material.

Las tensiones en correas planas se pueden calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{F_1 - F_C}{F_2 - F_C} = e^{\mu\theta} \quad \text{Ecuación 9.}$$

Donde:

- $F_C$  = Fuerza Centrífuga
- $\mu$  = Coeficiente de fricción correa – polea.
- $\Theta$  = Ángulo de contacto correa – polea.

La fuerza centrífuga se puede determinar por la siguiente ecuación:

$$F_C = \frac{q * v^2}{1000 * g} \quad (MPa) \quad \text{Ecuación 10.}$$

Siendo:

- $q$  = Peso específico de la correa (N/dm<sup>3</sup>) “Generalmente es aceptado  $q \approx 12,5$  N/dm<sup>3</sup>”
- $v$  = velocidad de la correa (m/s)
- $g$  = Aceleración de la gravedad.  $G = 9,81$  m/s<sup>2</sup>

La *tabla 3* nos muestra el coeficiente de rozamiento de distintos materiales. El coeficiente de rozamiento vincula la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto según la intensidad del apoyo mutuo que experimentan. Es un coeficiente adimensional. Usualmente se representa con la letra griega  $\mu$ . El valor es característico de cada par de materiales en contacto; no es una propiedad intrínseca de un material. [6]

Material de cuerpo rozante	$\mu_0$ (rozamiento de partida)	$\mu_0$ (rozamiento en movimiento)
Acero sobre acero	0.15	0.1
Acero sobre bronce	0.2	0.16
Madera sobre madera	0.65	0.25
Cuero sobre metal	0.6	0.25
Cuero sobre fundición	0.5-0.6	0.28
Cuero sobre madera	0.47	0.27

TABLA 3. Coeficiente de Rozamiento.

Para el caso del cuero sobre poleas de acero hay una fórmula empírica que ofrece el valor de  $\mu$  ligado a la velocidad lineal de la correa.

$$\mu = 0.22 + 0.012 * v \quad \text{Ecuación 11.}$$

Donde  $v$  es la velocidad lineal de la correa en m/s.

La parte de una superficie circular que está en contacto con otra superficie como la que hay entre una correa y una polea específicamente. El arco en un engranaje dentado entre el punto donde los dientes hacen contacto por primera vez con otra rueda dentada y el punto donde termina ese contacto.

### **ARCO DE CONTACTO [6]**

Para el arco de contacto de las correas a través de las poleas será:

$$\alpha = 180^\circ * \frac{60(d_2 - d_1)}{E} \quad \text{Ecuación 12.}$$

Arco de Contacto (grado)	Factor de Corrección	Arco de Contacto (grado)	Factor de Corrección
90	0.58	180	1.00
100	0.64	190	1.03
110	0.69	200	0.07
120	0.74	210	1.11
130	0.79	220	1.14
140	0.83	230	1.17
150	0.88	240	1.20
160	0.92	250	1.23
170	0.96	260	1.26
180	1.00	270	1.29

## **LONGITUD DE CORREA [6]**

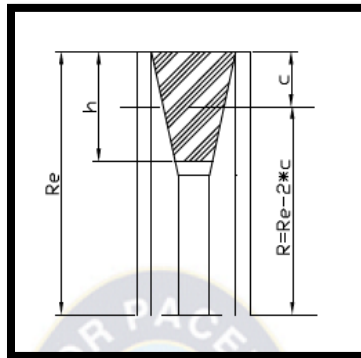
Según sea el caso de tener correas cruzadas o abiertas, la longitud de la correa se calcula mediante las fórmulas siguientes:

$$L = \pi(R + r) + 2E + \frac{(R - r)^2}{E} \quad \text{correa abierta}$$

*Ecuación 13.*

$$L = \pi(R + r) + 2E + \frac{(R + r)^2}{E} \quad \text{correa cruzada}$$

Cuando hablamos de correas trapeciales (*ilustración 26*), el desarrollo es calculado por fórmula, teniendo como condición de que los radios empleados sean los exteriores de las respectivas poleas disminuido en la mitad de la altura de correa, tenemos:



*Ilustración 26. Correas Trapeciales.*

*TABLA 3. Factor de Corrección.*

$$R = R_e - 2 * c \quad \text{y} \quad r = r_e - 2 * c$$

*Ecuación 14.*

Para determinar la ecuación a utilizar en una transmisión por correa trapecial se emplean las ecuaciones iguales a las que se utilizan para la transmisión por correas planas con cierta diferencia para el cálculo de las RPM, diámetro de poleas y la transmisión que tendrá.

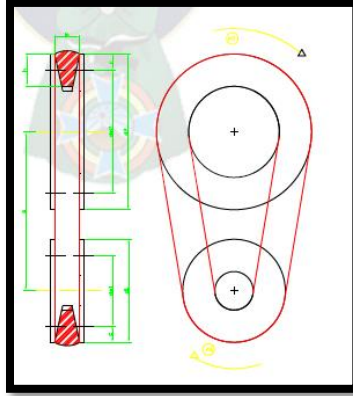


Ilustración 27. Cálculo en una Correa Trapecial.

De acuerdo a la figura anterior, se tiene:

$$d_{w1} = d_1 - 2 * c$$

*Ecuación 15.*

$$d_{w2} = d_2 - 2 * c$$

Donde c es el valor de corrección de acuerdo a la Norma DIN 2217 para correas trapeciales normalizadas se tiene:

Ancho de la correa b en mm	5	6	10	13	17	22	32	40
Valor de corrección c en mm	1.3	1.6	2	2.8	3.5	4.8	8.1	12

TABLA 5. Valor de Corrección para correas trapeciales normalizadas.

Gracias a estos datos, se puede determinar la transmisión que se tiene o que se requiere para el sistema, es decir:

$$d_{w1} * n_1 = d_{w2} * n_2$$

*Ecuación 16.*

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{w1}}{d_{w2}}$$

Donde:

- $d_{w1}$  = Diámetro activo de la Polea Conductora en mm

- $d_{w2}$  = Diámetro activo de la Polea conducida en mm.
- $d_1$  = Diámetro exterior de la Polea conductora en mm
- $d_2$  = Diámetro exterior de la polea conducida en mm.
- $n_1$  = RPM en la polea conductora en min-1
- $n_2$  = RPM en la polea conducida en min-1
- $i$  = Transmisión del sistema.

Para determinar la longitud de correa trapezoidal se usa la siguiente fórmula:

$$L_p = 2 * c + 1.57(d_{w1} + d_{w2}) + \frac{(d_{w1} + d_{w2})^2}{4 * c}$$

*Ecuación 17.*

Para la distancia entre centros se tiene:

$$c = \frac{L_p}{2} \left[ 0.875(d_{w1} + d_{w2}) + \frac{(d_{w1} - d_{w2})^2}{2 * L_p} \right]$$

*Ecuación 18.*

Donde:

- ✓  $L_p$ : Longitud de la correa estándar más próxima a  $L_c$  en mm.
- ✓  $R$  y  $r$ : Radios activos de las poleas en mm.
- ✓  $C$ : Distancia entre centros en mm.

La cantidad de correas se calcula por la siguiente ecuación:

$$z = \frac{N_{motor}(HP) * f_s}{N_{correa} * \text{factor de corrección de arco de contacto}}$$

*Ecuación 19.*



## **MARCO REFERENCIAL**

El marco referencial para este tema está conformado por normas ambientales que serán necesarias para poder llevar a cabo este prototipo, debido que será utilizado en el lago de Catemaco. Así se llevará la extracción de embarcaciones de remo sin dañar la flora y fauna.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre [7]. Esta norma es de suma importancia por si se necesitara usar algún material elaborado con este metal, regulando así su utilización.

Según la NOM-053-SEMARNAT-1993 establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente [8]. El conocimiento de esta norma es de suma importancia, en dado caso que nuestro prototipo genere residuos peligrosos al lago o al ambiente.

Para realizar el prototipo se necesitará conocer el funcionamiento de un sistema de transmisión mecánico. Así poder usar correas, engranes, y fabricar poleas. Toda esa información viene sustentada en el trabajo de titulación perteneciente al Ingeniero Electromecánico Juan Carlos Flores García. [6]

### **Variable Dependiente**

- Características Mecánicas del Dispositivo.
- Características Eléctricas del Dispositivo.
- Diseño del Sistema, Modelo.

### **Variable Independiente**

- Características de Materiales.
- Ubicación Geográfica.
- Dimensiones de las Embarcaciones.

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE UN ESQUEMA DE MODELADO DE ENTRADA ADAPTABLE PARA GRÚAS ELEVADORAS.

*John Stergiopoulos; George Konstantopoulos; Anthony Tzes  
17th Mediterranean Conference on Control & Automation  
Makedonia Palace, Thessaloniki, Greece  
June 24 - 26, 2009*

La aplicación de una entrada de control en sistemas ligeramente amortiguados para maniobras de punto de ajuste puede generar vibraciones residuales. Investigadores han propuesto leyes de control para realizar transporte rápido sin oscilaciones por la carga suspendidas en grúas. Una forma de no generar vibraciones de acuerdo a la teoría de conformación de entrada, si la señal de referencia se convulsiona con una secuencia de impulsos con magnitudes y espacios de tiempo apropiados, la entrada aplicada puede provocar maniobra sin vibración. Este tipo de esquema de control se conoce como modelador de entrada de vibración cero (Zero Vibration).

Hay casos en que se desconoce el sistema, se han propuesto versiones adaptativas para estos modelos, donde las leyes de adaptación incluyen la información necesaria para ajustar los parámetros del modelador. La conformación de entrada de entrada se aplica en puentes grúas clásicos, su eficacia cuando se aplica la elevación de la carga no queda claro. El procedimiento a seguir es levantar la carga a la altura deseada. Transportarlo a la posición final y colocarlo. El problema se encuentra en el tiempo sin explotar entre esas maniobras consecuentes.

#### MODELIZACIÓN DE UN PUENTE GRÚA CON CARGA DE ELEVACIÓN.

##### A. Modelo dinámico

La siguiente ilustración 28; muestra el modelo plano de una grúa bidimensional, donde  $x, \theta, l$ , son la posición del carro, el ángulo de giro y la longitud del cable de elevación, respectivamente. La fuerza que se aplica al transportador se denota como  $F_x$  mientras que la carga útil se encuentra suspendida en el transportador a través de un mecanismo de elevación de carga el cual puede moverse hacia arriba o hacia abajo a través de la fuerza  $F_l$  aplicada a la cuerda.

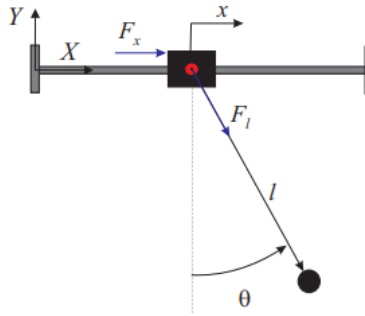


Ilustración 288. Modelo de un Sistema Grúa-Péndulo con Carga Útil de Elevación

El modelo de gruas se describe como  $XY$ ; por lo tanto, la posición del portador en marco de coordenadas base es  $(x_c, y_c)^T = (x, 0)^T$ , mientras que la posición de carga útil es:

$$(x_p, y_p)^T = (x + l \sin \theta, -l \cos \theta)^T \quad \text{Ecuación 20.}$$

Las ecuaciones de movimiento no lineales para el puente grúa bidimensional con carga de elevación son:

$$(M_1 + m)\ddot{l} + m \sin \theta \ddot{x} + b_1 \dot{l} - ml \dot{\theta}^2 - mg \cos \theta = Fl \quad \text{Ecuación 21.}$$

En los puentes grúas de interior, no se consideran los efectos de la perturbación del viento del viento. Tomando  $x, \theta, l$  como las coordenadas generales y  $F_x, F_l$  como fuerzas generalizadas de movimientos  $x$  y  $l$ .  $M_x, M_l$  son los componentes de desplazamiento y descenso o la masa del portador de la grúa, incluidas las masas equivalentes de las piezas giratorias del motor:  $m$  es la masa puntual de la carga útil,  $g$  la aceleración gravitatoria y  $b$  es el coeficiente de amortiguamiento viscoso con respecto a  $x, y$ .

## TÉCNICA DE MODELADO DE ENTRADA ESTÁNDAR

La técnica de modelado de entrada estándar se utiliza en sistemas ligeramente amortiguados donde la implementación de una ley de control produce una respuesta oscilatoria. Esto pertenece a un código feedforward que convolucional en tiempo real la entrada de referencia deseada con una secuencia de impulsos, produciendo

una salida sin vibraciones. Un controlador de lazo abierto no necesita conocer el sistema con precisión volviendo esto una ventaja de este de este método.

La ecuación gobernante para un modelador estándar de N-impulsos es dado por:

$$r_{sh}(t) = r(0) + \sum_{j=0}^N A_j [r(t - t_j) - r(0)] \quad \text{Ecuación 22.}$$

Donde la señal de entrada al modelador,  $r(0)$  es su valor en  $t = 0$  y  $r_{sh}$  es la señal modelada proporcionada por el moldeador. Las magnitudes  $A_j, j = 1, \dots, N$  de los impulsos y los tiempos-instancias, de su aplicación se puede calcular mediante las siguientes expresiones:

$$A_j = \frac{\binom{N-1}{j-1} K^{j-1}}{\sum_{j=1}^{N-1} \binom{N-1}{i} K^i} \quad \text{Ecuación 23.}$$

$$t_j = (j-1) \frac{\pi}{\omega \sqrt{1-\zeta^2}}$$

$$K = e^{-\zeta \pi / \sqrt{1-\zeta^2}}$$

Donde  $\omega$  y  $\zeta$  son la frecuencia natural y la relación del amortiguamiento del sistema. La siguiente ilustración 29 muestra un sistema libre de vibraciones debido a la selección adecuada de magnitudes y las instancias de tiempo.

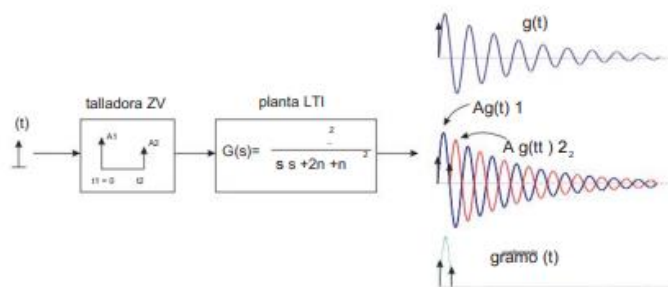
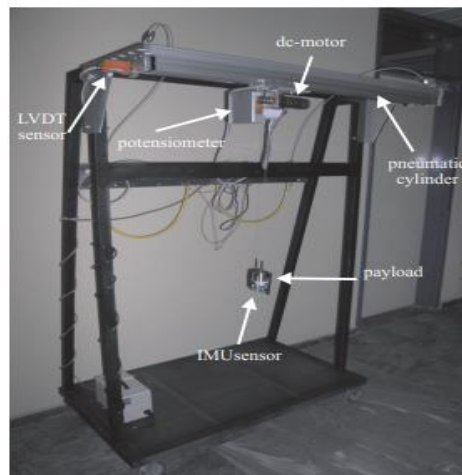


Ilustración 29. Principio Básico del Modelador de Entrada..

El modelador que consta de dos impulsos se conoce como modelador ZV (Zero vibration).

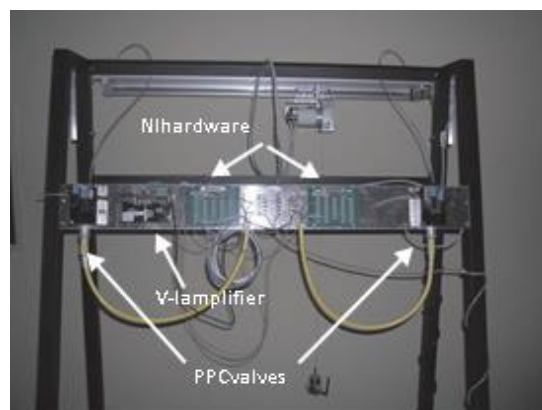
## MONTAJE EXPERIMENTAL DE GRÚA NEUMÁTICA

Este sistema de grúa neumática sobre el que se realizaron experimentos consta de un cilindro neumático de doble efecto accionado por dos electroválvulas, mientras que el motor de cd este acoplado al porta cilindros es el encargado de izar la carga útil. A lo largo de la neumática de 1.2m de largo. [9]. Como se muestra en la siguiente *ilustración 30*.



*Ilustración 30. Montaje Experimental (VISTA FRONTAL).*

También contiene un cilindro de Lanamatic con 25 mm de diámetro interior, un motor de corriente continua de Pittman permitiendo que la carga se eleve o baje. El aire es suministrado dentro de las cámaras del cilindro a través de dos válvulas de control de presión proporcional (PPC) de MAC. La siguiente *ilustración 31*, muestra una configuración experimental (vista posterior).



*Ilustración 30. Configuración Experimental (VISTA POSTERIOR).*

El carro va posicionado mediante el sensor LVDT de DS-Europe junto con su velocidad. La carga útil se cuelga del rotor del motor a través de un cable de acero de 1.5 m (máximo), cuya longitud se mide mediante el potenciómetro de ASM.

Se emplea un amplificador de voltaje a corriente para poder controlar al motor. El sensor IMU de Sparkfun envía a través de Bluetooth los datos de la velocidad angular de la carga útil al controlador/PC, mientras que la adquisición de datos se realiza en el hardware de National Instruments (NI) y en la plataforma de software NI LabView (ni.com).

### **ESQUEMA DE CONTROL COMPLETO**

El objetivo principal de este modelo es controlar la posición del transportador y la longitud de la cuerda hasta cierto punto niveles deseados, mientras suprime las oscilaciones indeseables en la respuesta de la tercera variable generalizada  $\theta$  (ángulo de giro).

Para realizar la elevación de la carga útil, se utiliza un controlador PD para controlar la longitud del cable. Este sistema como casi todos los sistemas mecánicos, debe de tener un compensador de fricción en el circuito de control, para lidiar con la fricción estática y de Coulomb.

El estudio experimental demostró que el efecto del movimiento del péndulo, es insignificante. Esto ocurre si la fuerza total aplicada sobre el transportador es cero, las cámaras del cilindro se llenan con aire comprimido cuya presión es controlada por válvulas PPC. Para permitirle movimiento al transportador, el péndulo debe de exigirle una fuerza lo suficientemente grande, para que pueda vencer la resistencia de elasticidad del aire comprimido existente en las cámaras.

La siguiente *ilustración 32* muestra cada fase descrita del modelo.

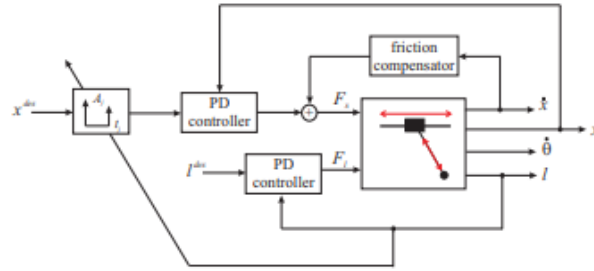


Ilustración 31 . Esquema de Conformación de Entrada Adaptativa para Grúas de Elevación.

Este esquema aportara un soporte técnico para realizar “El extractor de embarcaciones de remo”, nos ayudara a comprender el levantamiento de embarcaciones inundadas; a través de un puente de grúas elevadores donde la oscilación es mínima.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se llevo a cabo dos series de experimentos:

- I. Izado-arriba
- II. Izado-abajo.

En el primer experimento demostró que cuando las velocidades angulares del péndulo existan, es probable que la vibración residual casi se elimine. Los armónicos más altos están presentes debido a la elasticidad de la cuerda, que se despreció en el proceso de modelado. La *ilustración 33* muestra la gráfica de comportamiento de este experimento.

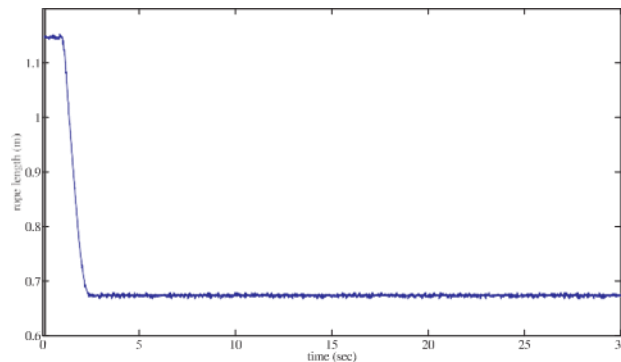
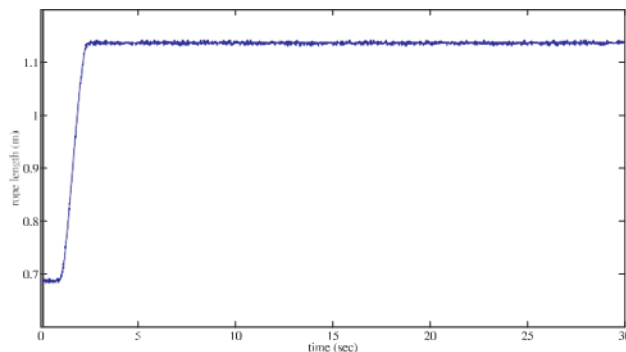


Ilustración 32. Longitud del Cable (CASO DE IZADO).

En el segundo experimento, la maniobra de longitud de cuerda se muestra en la siguiente *ilustración 34*. Aquí la vibración residual no se elimina en ningún caso



*Ilustración 33. Longitud del Cable (CASO DE IZAJE-BAJADA).*

Se obtuvo como resultado el saber que cuenta cualquier longitud de cable posible sin la necesidad de una reconfiguración fuera de línea del moldeador.

Los sistemas de grúas conducen a un número infinito de modelos linealizados. Dependiendo de la longitud actual de la cuerda, los parámetros del moldeador se pueden ajustar, lo que conduce a la versión adaptativa del moldeador de entrada.

## **MODELADO DEL MOVIMIENTO DEL BARCO, INDUCIDO POR UNA GRÚA USANDO EL MÉTODO DE MARCO MÓVIL.**

Paulo Alexander Jacobsen Jardim; Jan Tore Rein; Øystein Haveland; Thorstein R Rykkje; Thomas J. Impelluso.

Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering. Received July 21, 2018; Accepted manuscript posted January 17, 2019.

Noruega se enfrenta a una disminución de los ingresos de la industria del petróleo. Por lo tanto, es importante buscar otros medios para desarrollar y explotar las fuentes de energía renovables, como la energía eólica y de las olas. Para aprovechar la energía eólica, las granjas de molinos de viento se colocan en alta mar. Para dar servicio a estas instalaciones, se utiliza una grúa montada en un barco para transferir carga e ingenieros. En este tipo de operación, la maniobra precisa y



precisa de la grúa es crítica. Los movimientos del barco inducidos por la grúa, influenciados por diversas condiciones climáticas y olas, provocan dificultades en el posicionamiento de la carga.

Muchas empresas resuelven estos problemas utilizando pilotos con las habilidades necesarias para compensar la guiñada, cabeceo, balanceo y cabeceo del barco. Las grúas más nuevas están equipadas con sensores avanzados y dispositivos de inercia para analizar y compensar los movimientos del barco. Además, está la llegada de los barcos automatizados. Por ejemplo, el portacontenedores eléctrico YARA Birkeland navegará de forma totalmente autónoma entre tres puertos en el sur de Noruega para 2020. Los autores presentan un esquema de simulación dinámica para analizar un sistema de reducción de balanceo activo que consta de tanques de inundación libre y bombas de vacío.

Sin embargo, mientras que este documento solo da cuenta del balanceo del barco, nuestro documento también da cuenta del cabeceo y la guiñada. Los barcos autónomos tienen varias ventajas en comparación con los barcos tradicionales. Podrán navegar sin tripulación a bordo. Esto aumentará la seguridad al navegar en condiciones exigentes. Tal eficiencia también puede reducir las emisiones. Algunos barcos autónomos incluso serán completamente eléctricos, alimentados con energía de paquetes de baterías a bordo. Una grúa completamente automatizada necesita un paquete completo de software para poder analizar y procesar la información de todos los sensores. Necesita realizar un análisis de movimiento de los movimientos del barco en tiempo real para poder operar de la manera más eficiente posible.

Si bien este documento también presenta una herramienta de software, no deseamos que los analistas utilicen esta herramienta. Más bien, este documento demuestra cómo el MFM puede permitir a los analistas y diseñadores construir rápidamente sus propias herramientas de software y evitar el costoso software de simulación.

Depositamos un marco inercial del primer cuerpo, al inicio del análisis ( $t = 0$ ) :

$$(\mathbf{e}^I \ \mathbf{e}^I)^T = (\mathbf{e}^{(\alpha)}(0)\mathbf{e}^{(\alpha)}(0)\mathbf{e}^{(\alpha)}(0))^T$$

El marco inercial no gira ni acelera. Este marco es fijo. Usando un punto superpuesto para indicar diferenciación de tiempo, esto implica:  $\dot{\mathbf{e}}^I = 0$ .

El barco girará (cabeceo, guiñada y balanceo). El marco de la nave en movimiento gira desde el marco de inercia como:

*Ecuación 24.*

$$\mathbf{e}^{(1)}(t) = \mathbf{e}^I R^{(1)}(t)$$

La matriz de rotación de la nave es una matriz completa y encontraremos sus componentes durante el proceso de integración numérica. La tasa de tiempo de rotación del armazón del barco es:

*Ecuación 25.*

$$\dot{\mathbf{e}}^{(1)}(t) = \mathbf{e}^I \dot{R}^{(1)}(t)$$

Las matrices de rotación son miembros del Grupo Ortogonal Especial, SO. Como tal, su inversa es su transpuesta. Por lo tanto, afirmamos la inversa de la ecuación.

$T$

$$\mathbf{e}^I = \mathbf{e}^{(1)}(t) (R^{(1)}(t))^T$$

*Ecuación 26.*

Por lo tanto, la tasa de cambio de tiempo del primer cuadro se convierte en:

*Ecuación 27.*

$$\dot{\mathbf{e}}^{(1)}(t) = \mathbf{e}^{(1)}(t) \tilde{\omega}^{(1)}(t)$$

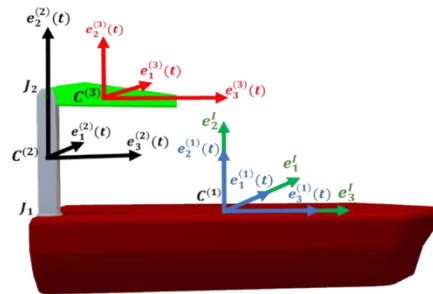
Definimos la expresión en la ecuación como la matriz de velocidad angular. Al formular estos términos como una matriz simétrica sesgada, los resultados directos del álgebra, podemos aplicar todas las operaciones como matrices sin recurrir al producto vectorial. Sin embargo, si lo desea, podemos tomar los elementos de la matriz simétrica oblicua, construir una columna de coordenadas ("desinclinando" los componentes) y asociarla con el mismo marco móvil:

Dynamics se construyó y desplegó vectores para modelar rotaciones. Sin embargo, los vectores no pueden modelar rotaciones fuera del plano sin severas

intervenciones de notación que confunden a los estudiantes y complican la codificación. Además, vemos que el marco para el vector de velocidad angular depende del tiempo. Se relaciona con otros marcos a través de matrices de rotación.

### ROTACIÓN ABSOLUTA DE BARCOS

El análisis comienza con el primer cuerpo, el barco mismo, presentado en la *ilustración 35*.



*Ilustración 34. Modelo y Marco*

Desde el barco, hay una progresión sistemática a la columna de la grúa (de color gris) y luego al brazo remoto (de color verde). Suministramos cada cuerpo con un marco cartesiano (cuatro marcos cuando también se incluye el marco inercial). Numeramos los marcos en orden ascendente, comenzando con el barco y hasta el segundo brazo distal como tercer marco. [10]

El sistema multi-cuerpo consta de tres cuerpos unidos. De acuerdo a la *ilustración 35* el barco es el cuerpo 1, la torre de la grúa es el cuerpo 2 y el brazo manipulador distal es el cuerpo 3. Cada cuerpo individual es dotado de su propio sistema de coordenadas cartesianas en movimiento:

$$\mathbf{e}^{(\alpha+1)}(t) = \mathbf{e}^{(\alpha)}(t) R^{(\alpha+1/\alpha)}(t) \quad \text{Ecuación 28.}$$

$$\mathbf{e}^{(\alpha)}(t) = \mathbf{e}^{(\alpha+1)}(t) (R^{(\alpha+1/\alpha)}(t))^T$$

Al utilizar la propiedad de cierre del grupo, el producto de dos matrices de rotación es una matriz de rotación), esto también se puede expresar en el marco inercial:

$$\mathbf{e}^{(\alpha+1)}(t) = \mathbf{e}^I R^{(\alpha)}(t) R^{(\alpha+1/\alpha)}(t) = \mathbf{e}^I R^{(\alpha+1)}(t) \quad \text{Ecuación 29.}$$

## EL MÉTODO DEL MARCO MÓVIL

El matemático noruego Marius Sophus Lie (1842-1899) desarrolló la teoría de los grupos de Lie para estudiar las propiedades simétricas de las ecuaciones diferenciales. Sin embargo, la suavidad y la naturaleza continua de estos grupos los hacen ideales para modelar

rotaciones. El MFM explota la teoría del Grupo de Lie y el Grupo Ortogonal Especial para modelar rotaciones. El MFM también hace uso del grupo euclidiano especial, que es un grupo de estructuras matemáticas que incluye la posición y la orientación de los agrupados en una sola estructura. El MFM también hace uso de la obra de Elie Joseph Cartan (1869-1951). Cartan sugirió modelar el cambio de un marco en términos del mismo marco. En este proyecto, se colocó un marco móvil en el barco, la torre de la grúa y el brazo de la grúa distal.

## PRINCIPIO DE TRABAJO VIRTUAL

Los físicos desarrollaron el Principio de Hamilton para un sistema con fuerzas conservativas. Sin embargo, los ingenieros desarrollaron el Principio del trabajo virtual para tener en cuenta las fuerzas no conservativas (amortiguamiento viscoso, cargas aplicadas, etc.). Para usarlo, dejamos caer la energía potencial y absorbemos todas las fuerzas aplicadas (incluida la gravedad, a pesar de que es conservadora) en el trabajo realizado en el sistema.

- **SIMPLIFICACIÓN DEL MODELO**

Para simplificar los cálculos, despreciamos las fuerzas y los momentos de las olas. También ignoramos gravedad y la flotabilidad. Suponemos que el buque está inmóvil y sólo girará en torno a su centro de masas debido al movimiento de los brazos de la grúa.

Suponemos que la forma de la nave es un *cuboide* sólido. Representamos la torre y el brazo como cilindros.

## **INTEGRACIÓN NUMÉRICA**

En este trabajo, utilizamos un esquema de integración numérica muy primitivo ya que el objetivo es la edificación, visualización y una primera pasada. Una integración de Euler que, ciertamente, se vuelve inestable relativamente pronto en el cálculo. En rectificaremos esto en futuros trabajos comparando Runge-Kutta y Newmark-Beta. No obstante, el objetivo principal aquí es también el análisis 3D completo y la visualización en dispositivos móviles con resultados cualitativos.

## **AMORTIGUACIÓN**

En este trabajo, utilizamos un amortiguamiento viscoso ficticio para todas las variables para simular la flotabilidad. El método del marco móvil es nuevo. Deseamos mostrar la potencia de este de este método que fue implementado aquí por estudiantes universitarios. Ya que lo estamos manteniendo simple, deseamos mantener el algoritmo simple con respecto a los efectos hidrostáticos en el barco.

Si hubiéramos incluido esos efectos con precisión, la integración numérica se habría vuelto inestable, antes, y anulado incluso estos resultados cualitativos. Hemos demostrado que el marcador de posición está presente. Tendremos en cuenta estos efectos en la siguiente fase. En ella, aplicaremos un parámetro de amortiguación ficticio a cada una de las coordenadas generalizadas.

## **TRABAJO FUTURO**

- Este trabajo tiene varios pasos inmediatos.

En primer lugar, el trabajo futuro incluirá dos esquemas de integración numérica alternativos y mejorados. Actualmente estamos trabajando en el uso de métodos Newmark-Beta y un método Runge-Kutta. Suministraremos a ambos métodos un algoritmo predictor/corrector. A continuación, compararemos ambos esquemas para la pérdida de energía. Este conjunto es válido para otros proyectos en curso, como un convertidor giroscópico de energía undimotriz, el movimiento de un ROV y la estabilidad de un barco. Así pues, estamos aprovechando todos estos proyectos para descubrir el esquema de integración numérica más eficiente o más eficaz.

Implementaremos la fórmula de Rodríguez suponiendo una velocidad angular constante, no en los pasos de tiempo en cuestión, sino que utilizaremos una regla de punto medio. Además, incluiremos momentos de onda y masa añadida. Prescribiremos funciones para aumentar y disminuir los pares del motor, de forma más naturalmente.

De hecho, se trata de resultados cualitativos. El siguiente paso es evaluar el modelo en un tanque de olas en el HVL. Este trabajo ya ha comenzado.

En la siguiente fase, trazaremos la esfera del momento angular y los elipsoides de la energía cinética para demostrar que existen restricciones (polhodes) en la traza del vector de velocidad angular en estas superficies en estas superficies.

En la siguiente pasada, permitiremos la deformación de los brazos de la grúa. Esto puede hacerse aplicar el MFM al modelado de vigas.

Esto nos lleva a los objetivos a largo plazo.

La IA es el estudio de los "agentes inteligentes", es decir, de cualquier dispositivo que percibe su entorno y emprende acciones para maximizar su eficacia que percibe su entorno y emprende acciones que maximizan sus posibilidades de éxito en la consecución de un objetivo. En este momento, "dispositivo" se limita a significar "ordenadores". Sin embargo, las máquinas mecánicas actuales piensan (con CPU integradas) y se comunican (con direcciones IP).

El método de bastidor móvil es único en el sentido de que es eminentemente programable y se despliega rápidamente en nuevos entornos, obviando la necesidad de implementaciones heredadas de sistemas mecánicos rápidamente en nuevos entornos, sin necesidad de las implementaciones heredadas de los códigos dinámicos existentes en la actualidad.

Así pues, el siguiente paso en este trabajo es añadir módulos de aprendizaje al software en evolución, de forma que para que los buques con sensores a bordo puedan actuar en función de las condiciones esperadas a partir del comportamiento aprendido.

## **HIPÓTESIS:**

Un sistema de transmisión mecánico será diseñado de forma eficiente para la extracción de embarcaciones de remo.

### **6.1 Delimita la localización del área de trabajo.**

El prototipo de extractor de embarcaciones de remo se propuso para solventar las necesidades de desplazar dichas embarcaciones en la “Reserva ecológica de Nanciyaga”.

El prototipo solventará las necesidades de extracción de embarcaciones de remo que tiene la “Reserva ecológica de Nanciyaga”.

### **6.2 Determinación del universo y obtención de la muestra.**

La población de estudio son el total de las embarcaciones de remo que posee la “Reserva ecológica de Nanciyaga”. En total tiene 12 embarcaciones de remo. De estas se deberá obtener información relacionada con sus características mecánicas, dimensiones, materiales.

### **6.3 Determinación del tipo de estudio**

Se realizó una investigación documental, para integrar la teoría relacionada con el diseño de estructuras para extracción de objetos en el agua....

Sera una investigación documental; porque se necesitará recabar información de leyes y teorías para el diseño de un prototipo eficiente. Se realizará una investigación de campo para que conozcamos que características debe de tener el diseño del prototipo en el área donde se desempeñará. También será una investigación experimental, debido a que se diseñará el prototipo en un software CAD y se simulará de acuerdo a los datos recabados.

### **6.4 Selección, diseño y prueba del instrumento de recolección de la Información.**

Se realizará una entrevista al director general de Nanciyaga para conocer qué condiciones debe de cumplir un prototipo para la extracción de embarcaciones de

remo en Nanciyaga. Por ello se realizará un cuestionario para recolectar información.

Se llevará a cabo la revisión de embarcaciones y del muelle a través de una lista de cotejo, para así tomar en cuenta las características (dimensiones, cuestiones mecánicas, eléctricas, etc.) de cada una y poder optimizar nuestro prototipo.

### **6.5 Plan de recolección de la información para el trabajo de campo**

La entrevista sería llevada a cabo de manera presencial con el director general de Nanciyaga, en las instalaciones de la empresa. Para realizarla se grabará la entrevista para tenerla como evidencia.

Para el llenado de la lista de cotejo se necesitará ir al área donde se tienen las embarcaciones y llevar a cabo las mediciones del muelle con ayuda de flexómetro y otros instrumentos.

### **6.6 Plan de procesamiento y análisis de información**

Los datos obtenidos a través de las mediciones, serán cuantitativos y se aplicará el método analítico y lógico deductivo. Con ayuda de herramientas estadísticas y conceptos como medidas de tendencia central, se organizarán los datos para su interpretación.





# CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	SEMANAS - DÍAS																							
	1° MES				2° MES				3° MES				4° MES				5° MES				6° MES			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1. Investigar la problemática presentada en la Reserva Ecológica Nanciyaga																								
2. Delimitar la localización del área de trabajo.																								
3. Determinación y obtención de información del área de trabajo.																								
4. Selección, diseño y prueba del instrumento de recolección de Información.																								
5. Plan de recolección de información para trabajo de campo.																								
6. Investigación y obtención de datos del fabricante para los materiales requeridos.																								
7. Creación del prototipo digital con apoyo de los programas CAD																								
7.1 Realizar cálculos 7.2 Modelado																								
8. Comprobación del funcionamiento y verificación de fiabilidad del modelo computacional																								
9. Tabulación de costos de materiales y equipo requerido.																								

## PRESUPUESTO

CONCEPTOS	COSTO
TRANSPORTE POR DÍA	\$120
INSTALACIÓN DE SOLIDWOKS	\$350
ARNÉS CORREA PARA POLEA	\$1462
POLEA (sin cadena o cuerda gruesa)	\$289
SERVICIO DE ELECTRICIDAD	\$450
COSTO DE EQUIPO DE COMPUTO	\$6350
MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE COMPUTO	\$300
<b>TOTAL:</b>	<b>\$9,321</b>



	
<p>Pollastos Manuales Cadena 3 Metros Y Ganchos 2 Tonedales</p> <p><del>\$1,462</del></p> <p><b>\$ 1,462</b> 5% OFF en 6x \$ 243<sup>99</sup> sin interés</p> <p>Envío gratis. <b>\$ FULL</b></p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Promocionado</p>	<p>Polea Fija Metalica 3 3/8in Con Gancho Carga 990 Kg Kingman por Kingman</p> <p><del>\$300</del></p> <p><b>\$ 289</b> 27% OFF en 12x \$ 29<sup>99</sup></p> <p><b>\$ FULL</b></p>

## Revisión cualitativa del protocolo de investigación 15 %

**El docente verifica que el anteproyecto ha sido modificado o ha recibido las correcciones necesarias.**

**Título de la investigación:** EXTRACTOR DE EMBRACACIONES DE REMO

**Nombres:**

DAVID RODRIGUEZ DAMIAN

OSCAR VERGARA PEREZ

EMMANUEL SALAZAR MARTINEZ

VICTOR DE JESUS DOMINGUEZ PADRON

**Fecha:** 06/03/2023 \_\_\_\_\_

**\*Redacta en las columnas si el contenido del protocolo cuenta con los elementos**

**mencionados.**

Elemento	SI	NO
Título de la investigación ● Contiene las variables dependiente e independiente	X	
Antecedentes del problema ● El problema explicado de lo general a lo particular ● Causas del problema ● Efectos del problema	X	
Planteamiento del Problema ● Indica lo que pretende la investigación ● Contiene pronóstico ● Contiene pronóstico controlado	X	
Formulación del Problema ● Contiene la pregunta de investigación	X	
Objetivos de la Investigación ● Objetivo general ● Objetivos específicos en orden	X	

Utiliza verbos en infinitivo, ordenados en grado de complejidad		
Justificación de la Investigación <ul style="list-style-type: none"> <li>● Indica la magnitud del problema (incluye datos cuantitativos)</li> <li>● Incluye la viabilidad del problema</li> </ul>	X	
Tabla de contenido <ul style="list-style-type: none"> <li>● El índice ordenado y numerado</li> </ul>	X	
Fuentes de información <ul style="list-style-type: none"> <li>● Bibliografía empleada y relacionadas con las citas en el documento.</li> </ul>	X	

## ENTREVISTA

A continuación, se presentará una entrevista al director general de la reserva ecológica Nanciyaga. Para poder obtener información necesaria de como elaborar nuestro prototipo, se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas.

**1. ¿Usted tiene conocimiento acerca del problema que surge(temporadas) en la cual las embarcaciones se inundan y dificulta la extracción?**

Con base a esta problemática pensamos crear un prototipo para la extracción de embarcaciones de remo para facilitar la extraerlas cuando estén inundadas sin dañar la salud de las personas.

**2. ¿Qué requisitos debe cumplir el prototipo para su implementación en el área de Nanciyaga?**

Primero tiene que ser mecánicamente correcto para no causar ningún esfuerzo y colocar en un área que no estorbe las demás actividades

**3. ¿Qué medidas ambientales se deben utilizar para un modelo mecánico de extracción en el muelle de Nanciyaga?**

Tiene que utilizar materiales no permanentes, para que no se quede ya que está prohibido en las zonas de rivera y tiene que ser eficientes por lo tanto lo mejor sería un sistema mecánico manual y así evitar la contaminación especialmente del agua

**4. ¿Qué materiales usar para la fabricación del prototipo?**

Materiales muy resistentes como algún metal de buena duración y a la vez que sea movible y de Fácil traslación

**5. ¿Qué medidas se deben de llevar a cabo para evitar entorpecer el turismo, si se decide colocar el prototipo de extracción?**

El prototipo tiene que ser móvil, para evitar lesiones a turistas y personal de trabajo

**6. ¿Qué importancia tiene la implementación del prototipo para el rescate de embarcaciones?**

Es muy importante para evitar lesiones de las personas que hacen las maniobras y así tener un mantenimiento más adecuado a las embarcaciones

**7. ¿Existe alguna posibilidad de afectación a la flora y fauna del lugar al implementar este prototipo?**

Ninguna

**8. ¿Cuáles serían las áreas que usted recomienda para montar el prototipo?**

Área de muelles donde están las lanchas para no tener que llegar a mucho movimiento

**9. ¿Usted conoce algún otro modelo utilizado para la extracción de embarcaciones de remo? ¿Cuál?**

No ha visto, solo para embarcaciones grandes

**10. ¿Tiene una recomendación más que hacer, para este proyecto?**

Una forma agradable a la vista para no afectar la parte turística de la fauna y flora del lugar y que a su vez contraste con la misma

Gracias

## **DESARROLLO O METODOLOGÍA**

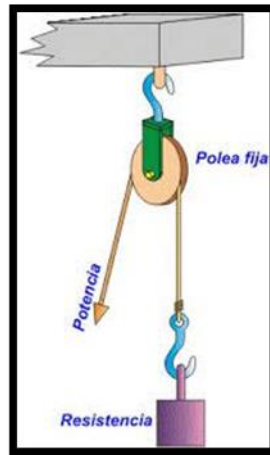
### **SISTEMA DE TRANSMISION**

Se usará un sistema de transmisiones mecánico para transmitir la energía mecánica. Como el que plantea “Flores García” en su obra titulada *Sistemas de transmisión* [6].

Se utilizarán dos poleas que puedan soportar embarcaciones de remo inundadas que pesan 60 Kg. Para que entre dos trabajadores puedan levantarlas sin mayor esfuerzo.

El arreglo de las poleas se presenta en la siguiente ilustración 36. Donde podemos observar que la polea va ir fija a la estructura diseñada y posteriormente conectara con el puntual de la embarcación. Este puntual tiene una barra de aluminio que se

puede visualizar en la ilustración 37 donde será sujeta por un gancho que estará del otro lado del cable de la polea.



*Ilustración 35 Transformación del carácter del movimiento (de rotación a traslación)*



*Ilustración 36 Barra de aluminio en el puntal de la embarcación de remo.*

## **SISTEMA DISEÑADO**

El sistema que se realiza será una grúa tipo pórtico con las especificaciones necesarias para ser operada en Nanciyaga. Inspirado en la grúa elevadora propuesta por *John Stergiopoulos* en su trabajo titulado “verificación experimental de un esquema de modelado de entrada adaptable para grúas elevadoras” [9] en la ilustración 38 se presentará el modelo diseñado para poder ser usado en Nanciyaga. En la ilustración 39 se muestra que las poleas se encontraran a 4 m de distancia.

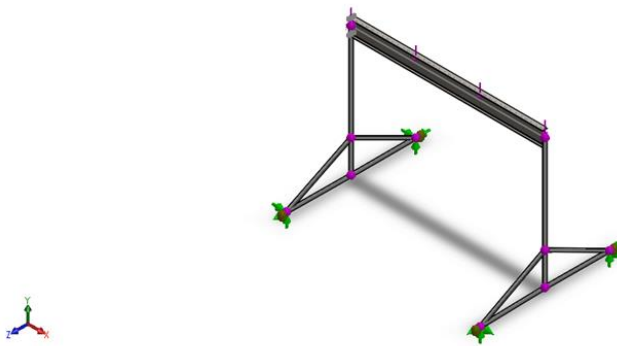


Ilustración 37 grúa elevadora

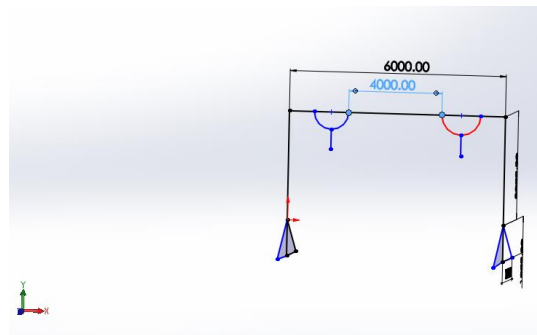


Ilustración 38 Ubicación de las poleas a utilizar la distancia se encuentra en mm..

## RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

Se creó la siguiente lista de cotejo se realizó una investigación de campo donde se recabó información acerca de las embarcaciones de remo. También se obtuvo información del lugar donde será colocado el prototipo.

Lo anterior para realizar una inspección directa de la zona de interés.

### LISTA DE COTEJO

<b>FECHA:</b> 18/04/2023	<b>TEMA:</b> Extracción de embarcaciones de remo
<b>INTEGRANTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Víctor de Jesús Domínguez P.</li> <li>▪ Emmanuel Salazar Martínez</li> <li>▪ David Rodríguez Damián</li> </ul>	<b>MATERIALES/herramientas:</b> Flexómetro



- Oscar Vergara Pérez

**ACTIVIDAD.** Medición de las embarcaciones de remo

**OBSERVACIONES REALIZADAS.** Analizamos el área donde se llevarán a cabo las respectivas mediciones y verificamos el estado de cada embarcación

**IDEAS:**

**PROPUESTAS.** Crear un modelo mecánico eficaz que facilite el rescate de embarcaciones de remo.

**ESTRATEGIAS.** Es dar una solución más eficaz al problema presentado mediante la creación del extractor de embarcaciones

**RECOMENDACIONES.** No emplearse sin un previo aprendizaje y explicación

**EMBARCACIONES**

No. DE EMBARCACIONES	No. DE FLOTADORES
Nanciyaga 02	#3
Nanciyaga 04	#1
Nanciyaga 07	#2
Zita	#2
Carlos	#3
La Marinera	#2

**PARTES DE LAS EMBARCACIONES DE REMO**



<b>MEDIDAS DE LAS EMBARCACIONES</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>ESLORA</b>	<b>MANGA</b>	<b>PUNTUAL</b>
<b>Nanciyaga 02</b>	<b>4.69 MTS</b>	<b>1.00 MTS</b>	<b>0.30 MTS</b>
<b>Nanciyaga 04</b>	<b>4.48 MTS</b>	<b>0.92 MTS</b>	<b>0.29 MTS</b>
<b>Nanciyaga 07</b>	<b>4.47 MTS</b>	<b>1.00 MTS</b>	<b>0.23 MTS</b>
<b>Zita</b>	<b>4.86 MTS</b>	<b>0.93 MTS</b>	<b>0.30 MTS</b>
<b>Carlos</b>	<b>4.86 MTS</b>	<b>0.91 MTS</b>	<b>0.29 MTS</b>
<b>La marinera</b>	<b>4.55 MTS</b>	<b>0.96 MTS</b>	<b>0.30 MTS</b>

#### **Anotaciones adicionales**

Se cálculo sumergiendo un bambú en el muelle flotante donde se encuentran las embarcaciones de remo, que el prototipo a diseñar debe de sumergirse 1.90 m dentro del agua. Considerando esa medida se diseñará el prototipo.



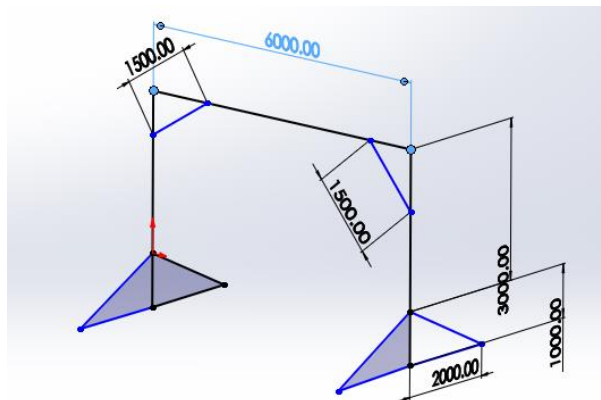
### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Durante la entrevista el director general de Nanciyaga afirmo que el prototipo creado debe ser completamente mecánico. Este diseño debe ser mecánicamente correcto, sin necesidad de que interfiera con las actividades de la empresa.

Los materiales a utilizar deben ser aquellos que soporten las acciones del ambiente ya que estarán expuestos al clima y medio ambiente, de forma evitaran ser permanente en el agua, no se quedarán en el lago. Por lo tanto, el sistema debe ser totalmente mecánico y manual, para evitar derrames de aceites. El material necesario para diseñar el prototipo debe de ser completamente metálico, altamente durable, resistente a la corrosión y las deformaciones entre otras afectaciones.

Algo importante que debe de poseer el prototipo a diseñar es que debe ser movable, que pueda trasladarse de forma fácil y rápida evitando así, interrumpir las actividades que presenta la reserva ecológica. El proyecto debe ser agradable a la vista evitando que choque con lo natural.

Al efectuar la lista de cotejo nos percatamos que el prototipo a diseñar deberá estar hecho para embarcaciones de remo que tengan una eslora de 5 m. El peso de las embarcaciones de remo es de 588 N y por lo tanto el sistema mecánico diseñado debe soportar una fuerza de tensión de 607.6 N (considerando que el peso de las 2 poleas es de 2kg en conjunto), sin deformarse. El prototipo se colocará en el lago de Catemaco donde hay fango en el suelo, ahí el prototipo se sumergirá 1.90m, por lo tanto, el prototipo tendrá una altura de 4 m dejando libres 2.10 m para poder trabajar. También tendrá un ancho de 6 m para que entren las distintas embarcaciones de remos de Nanciyaga. La siguiente ilustración 40 muestra las medidas del prototipo.



*Ilustración 39 Medidas del prototipo en mm*

El sistema de poleas a utilizar debe ser multiplicador de velocidad para reducir el esfuerzo realizado por el operario.

Las configuraciones necesarias para realizar el prototipo y su simulación en solidworks serán las siguientes:

- I. Para poder realizar la estructura de nuestro prototipo es necesario colocar el plano en isométrico y empezar a trazar el prototipo desde la función de

“pieza soldada” y seleccionar “Croquis 3D”, como se muestra en la ilustración 41.

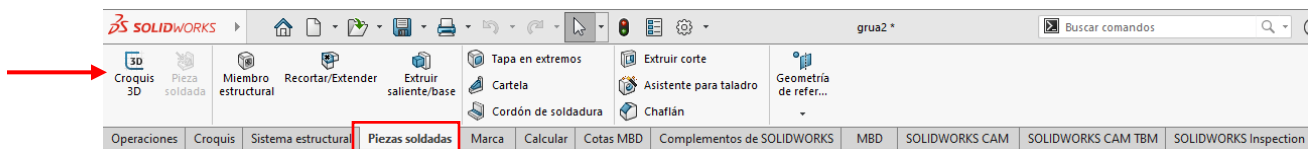


Ilustración 40 Configuración de Solidworks para empezar a trazar la estructura.

II. Teniendo la estructura dibujada como se muestra en la “ilustración 40”, se pasa a diseñar los perfiles. Para diseñar el perfil de la estructura debemos ir a “pieza soldada” y seleccionar “Miembro estructural”. Después seleccionamos el tipo de perfil, así como se muestra en la ilustración 42.

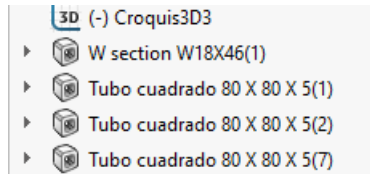


Ilustración 41 Tipos de perfil del prototipo.

III. Para poder realizar la simulación toda la estructura se le asigno como material “ASTM A36 Acero” a toda la estructura y se le asigno una fuerza de 607.6N sobre la estructura (tomando en consideración el peso y posición de las poleas).

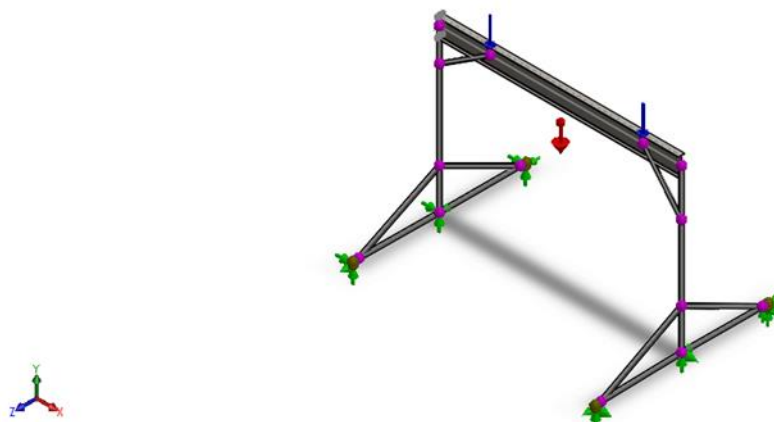


Ilustración 42 Declaración de fuerzas de tensión en el análisis estático del prototipo.

Las poleas que se emplearán en este prototipo serán las utilizadas para entrenamiento de GYM. Elaboradas de acero inoxidable con una capacidad de carga de 200kg y con capacidad de rotación hasta 360° de la polea. La ilustración 44 muestra el tipo de polea a utilizar.



*Ilustración 43 Polea utilizada en el prototipo.*

La polea de la ilustración 44 se podría conseguir de manera fácil a nivel nacional, estas poleas se encuentran disponibles en Mercado Libre. Cada polea pesa menos de 1 kg y se utilizaran 2 poleas para este prototipo.

## **PROPUESTA DE AJUSTES DE PARÁMETROS DE LA INVESTIGACIÓN Y/O DEL PROTOTIPO**

El prototipo que se diseño es el que muestra la ilustración 45, donde el material que se empleo fue ASTM A36 Acero. Donde la viga es de tipo W 18x46 in la cual se encuentra de manera horizontal, el resto de la estructura son tubos cuadrados de 100x4 in.



*Ilustración 44 Prototipo diseñado*

El análisis estático demostrado en la ilustración 46 nos dice que el tipo de material ASTM A36 Acero, soportara una fuerza de 607.6N en la barra horizontal tipo W 18x46 in, pero se podría mejorar la zona donde van los apoyos para hacer una estructura mas segura.

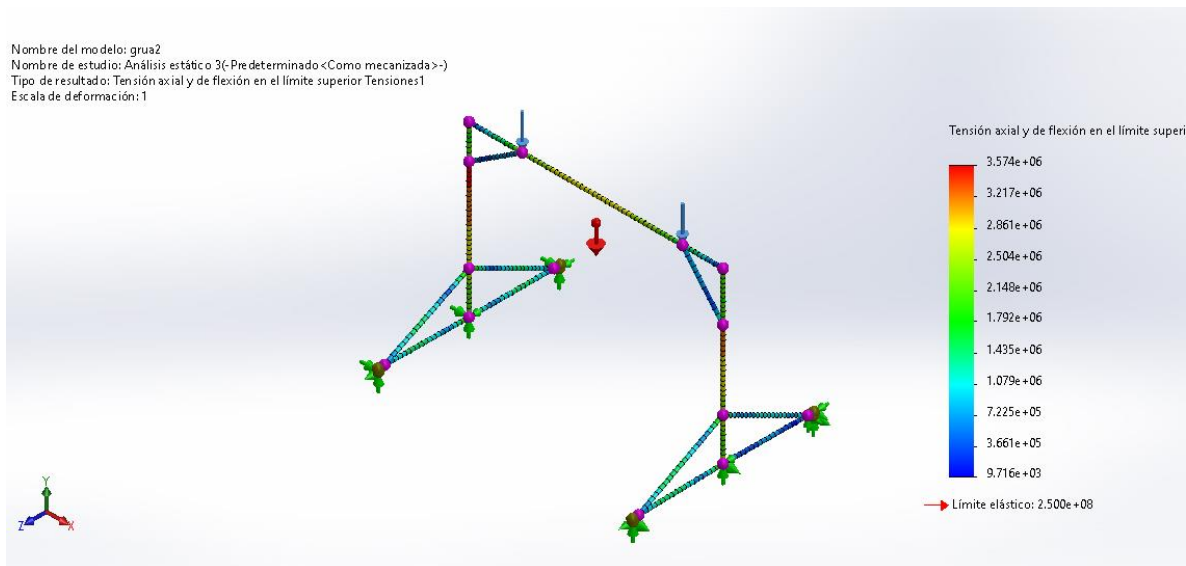


Ilustración 45 Análisis estático

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

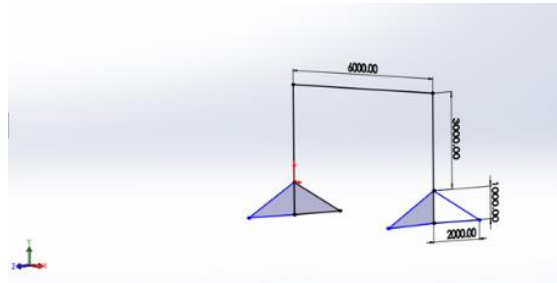
### CONCEPTO SOBRE EL ANÁLISIS DE RESULTADO

Una vez planteado nuestro proyecto sobre un boceto elaborado a mano, se realizó el planteamiento sobre las medidas de fuerza que se ejercerán sobre este prototipo diseñado, para poder tener una exactitud acerca de la fuerza que debe levantar este prototipo, se realizó una simulación en el software **Solidworks** el cual se planteó mediante la elaboración del material **ASTM A36 Acero tipo W 18x46**.

Para poder llevar a cabo el diseño en el software debemos de tener muy en cuenta el peso de las embarcaciones de remo, que en este caso es de 588 N, por lo tanto, el sistema mecánico diseñado debe soportar una fuerza de tensión de 588 N sin deformarse.

El prototipo se colocará en el lago de Catemaco, para esto debemos de tener en cuenta que cerca de las orillas hay fango el cual hará que el diseño se sumerja a una profundidad

considerable, ahí el prototipo se sumergirá 1.90m, por lo tanto, el prototipo tendrá una altura de 4 m dejando libres 2.10 m para poder trabajar. La siguiente ilustración 47 muestra las medidas del prototipo.

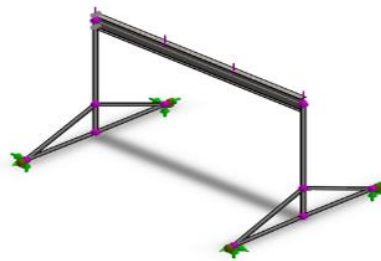


*Ilustración 46. Medidas del prototipo en mm.*

En esta ilustración 48 se muestra nuestro prototipo realizado mediante el software en el cual le asignamos ciertas medidas a través de las cotas que nos brinda este programa dejando como altura 4 m totales con los cuales contara este diseño.

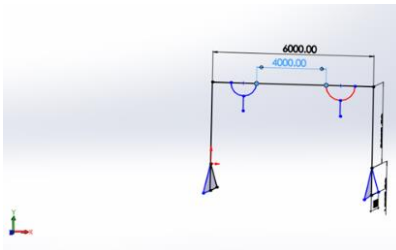
El prototipo que se diseñó, muestra el material que se empleó, el cual fue el ASTM A36 Acero. Donde la viga es de tipo W 18x46 la cual se encuentra de manera horizontal, el resto de la estructura son tubos cuadrados de 100x4.

El mismo análisis estático nos demostró que el tipo de material no soportara una fuerza de 588N, por lo tanto, se buscara reforzar la viga W 18x46 con algunos soportes extras para poder tener una estructura más resistente o incluso cambiar el tipo de material con la cual se diseñó.



*Ilustración 47. Prototipo*



Teniendo en cuenta este modelo, se realizó la simulación en la cual se notaba la clara deformación en la región donde se aplicaron las cargas, principalmente en la barra horizontal; ello nos dimos a la tarea de realizar una serie de pasos que ayudarán a que la estructura tenga un mayor soporte mediante la implementación de ménsulas que proporcionan el peso en mayor parte de la estructura, reduciendo las deformaciones presentadas ante los valores de carga en los que el sistema presentó efectos de deformación, pandeo, (el tipo de material no soportara una fuerza de 588N, por lo tanto, se buscara reforzar la viga W 18x46 con algunos soportes extras para poder tener una estructura más resistente o incluso cambiar el tipo de material con la cual se diseñó.), se determinó que deben haber modificaciones en el modelo mecánico y algunos parámetros físicos para ajustarlos en el software de simulación, de esta forma el mecanismo que se pueda añadir a este, en este caso estamos hablando de las poleas. Las poleas se colocarán a una distancia de 4 m de distancia en la barra horizontal como se muestra en la siguiente ilustración 49.



*Ilustración 48. Ubicación de las poleas en el prototipo*



MATERIAL	CANTIDAD	COSTOS UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
Acero ASTM 	1	4000.00	4000.00
Tubo de acero W 	4	360.00	1440.00
Sujetadores de alta tensi3dad 	8	150.00	1200.00
Pernos 5/8" x 2" 	5	10.00	50.00
Ménsula 	2	290.00	580.00
Gancho. 	2	100.00	200.00

			
	1	460.00	460.00
TOTAL			7930.00

## CAPITULO V. CONCLUSIONES

### ➤ Entrevista

Cómo parte de este diseño metodológico, se desarrollo está investigación, para ello fue necesario determinar el método de recolección de datos y tipo de instrumento que se utilizó. Es importante aclarar que el método en investigación se toma como medio o camino a través del cual se establece la relación entre el investigador y el sujeto de investigación para la recolección de datos y por supuesto el logro de los objetivos propuestos en la investigación.

Para ello optamos que lo más viable para el desarrollo de nuestra investigación es una serie de preguntas que le dan seguimiento a una entrevista para recabar información vital y verídica sobre la información que ha obtenido.

Dentro de la información proporcionada mediante la entrevista se pudieron obtener datos que ayudaron a respaldar gran parte de la información y a través de la idea de la persona a la cual se entrevistó, se pudo obtener el primer modelo a seguir conforme a los pasos y en sugerencias que brindó la persona responsable del lugar

donde se presenta la problemática. Una vez obtenida dicha información, procedimos a crear el modelo base ya juntando nuestras ideas y la información proporcionada por el entrevistado.

### ➤ **Lista de cotejo**

Para dar inicio a nuestro proyecto de investigación y propuesta de modelo primero se tuvo que analizar el área donde se llevara a cabo las respectivas mediciones y verificamos el estado de cada embarcación

Para poder llevar a cabo esta actividad inicial era necesario tener herramientas que proporcionaran medidas exactas, por ello se hizo uso del flexómetro para verificar las medidas de cada embarcación, y a través de esto se llevó a cabo la primer propuesta sobre nuestro modelo mecánico, el cual se basaba a la respectivas medidas que se realizaron dentro del área donde se presenta la problemática ya que la propuesta principal es crear un modelo mecánico eficaz, que facilite el rescate de embarcaciones de remo.

La estrategia es dar una solución más eficaz al problema presentado mediante la creación del extractor de embarcaciones el cual facilitará el desplazamiento y reducirá el esfuerzo a la hora de extraerlo; ayudará a prevenir riesgos que impliquen la integridad física de cada persona; cómo recomendación es sumamente importante que cada persona que realice parte del proyecto de la investigación tenga previo conocimiento acerca del tema abordado.

La primera fase dentro del trabajo fue inspeccionar el área donde se realizarían las mediciones posteriores a esto procedimos a ubicar las embarcaciones que se tendrían que medir al igual se tuvo que anotar el número de flotadores que llevaba cada embarcación ya que estos ayudan a que la embarcación siempre se mantenga a flote no importando si son de una a tres personas dentro de una sola embarcación ya que este tiene un cierto límite de peso el cual puede soportar el flotador y la embarcación. En la ilustración 50 se muestra las embarcaciones con las cuales vamos a trabajar.

Una vez obtenida las medidas de cada embarcación se realizó una lista de cotejo en la cual se ponía el nombre de la embarcación, sus medidas tanto altura como anchura y la longitud de esta. La ilustración 51 demuestra que para conocer la profundidad donde se encuentran las embarcaciones de remo se necesitó sumergir un bambú en el agua para después medir la distancia que se sumergió.



*Ilustración 49 Embarcación de remo*



*Ilustración 50. Mediciones de profundidad en el lago.*

De esta manera se pudo connotar que la altura a la cual debía sumergirse nuestro diseño sería de un 1.90 m para que así pudiese liberar los 40 cm que están del agua a la parte de la base del muelle flotante, esta medida se obtuvo con el apoyo de un bambú para calar la profundidad.

## Referencias

- [1] D. M. I. Hidrosfera Sub, Rescate de Embarcaciones Siniestradas., Pálamos, 2010.
- [2] H. Sub, Rescate de Embarcaciones Siniestradas, Pálamos, 2010.
- [3] I. Wheather Spark, Clima y Tiempo Promedio en todo el Año en Veracruz, Minneapolis , 2020.
- [4] M. T. CLUB, Nanciyaga, Catemaco, Veracruz; Explorando el corazón de la selva, Parque Ecológico Nanciyaga, Catemaco, Veracruz, 2022.
- [5] I. Cedar Lake Ventures, Clima Promedio en todo el año en Catemaco, Minneapolis, 2021.
- [6] J. C. Flores García, Sistemas de Transmisión Mecánica, La paz, 2019.
- [7] SEGOB, NORM - 098 - SEMARNAT - 2002, Ciudad de México, 2004.
- [8] S. d. M. A. y. R. N. SEMARNAT, NOM - 053 - SEMARNAT - 1993, Ciudad de México, 1993.
- [9] J. Stergiopoulos, G. Konstantopoulos y A. Tzes, «Verificación experimental de una entrada adaptativa,» *Conferencia Mediterranea sobre control y automatizacion.*, p. 3, 2009.
- [10] P. A. J. Jardim, J. T. Rein, Ø. Haveland, T. R. Rykkje y T. J. Impelluso., «Modelado del movimiento del barco inducido por la grúa mediante el,» *Revista de mecánica marina e ingeniería ártica.* , p. 5, 2019.



# GRÚA DE EXTRACCIÓN DE EMBARCACIONES

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA



# PARTICIPANTES

- VICTOR DE JESÚS DOMINGUEZ PADRÓN
- DAVID RODRÍGUEZ DAMIÁN
- EMMANUEL SALAZAR MARTÍNEZ
- OSCAR VERGARA PÉREZ



## INDICE

- I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
- II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
- III. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.
- IV. MARCO TEÓRICO
- V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.
- VI. METODOLOGÍA
- VII. RESULTADOS
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO
- X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





# DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La región de Los Tuxtlas es azotada por fuertes lluvias desde los meses de Junio a Noviembre; lo que provoca que en el Lago de Catemaco y otras zonas con similares embarcaciones de remo se inunden, por las fuertes lluvias. Esto a su vez causa complicaciones al querer rescatar estas embarcaciones.

Para extraer embarcaciones de remo en Nanciyaga se utiliza la fuerza de diversos trabajadores que jalan las embarcaciones a un muelle, para después subirla. Al no tener un método fijo para rescatar lanchas inundadas, genera problemáticas para el personal que esté a cargo de estas embarcaciones.



# OBJETIVO GENERAL

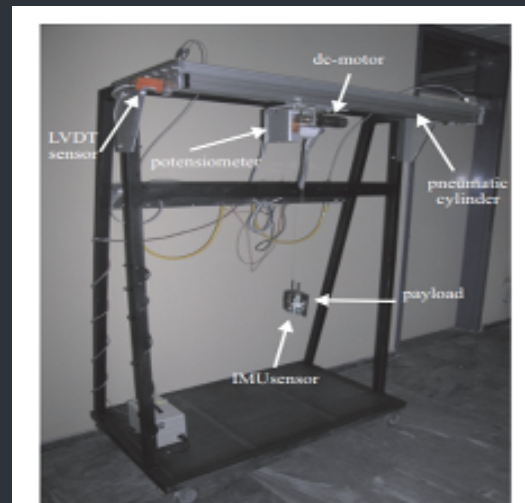
Crear un modelo mecánico eficaz, que facilite el rescate de embarcaciones de remo que tiene la empresa “Nanciyaga”, sin afectar las actividades ecoturísticas que presentan.

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir que método es más fácil y menos riesgoso para poder rescatar las embarcaciones de remo.
2. Diseñar el modelado empleando software CAD, los distintos materiales que se utilizarán para el rescate de las embarcaciones de remo.
3. Verificar mediante simulación, la eficiencia del sistema diseñado.
4. Crear un manual donde se explique la utilización y montaje del sistema de extracción de embarcaciones de remo, sin que se afecte las actividades ecoturísticas.

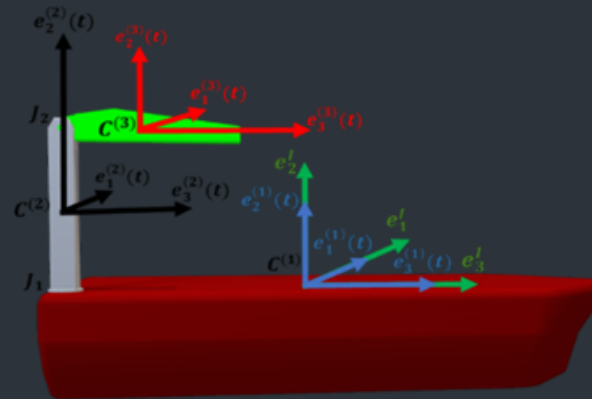
# MARCO TEÓRICO

- VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE UN ESQUEMA DE MODELADO DE ENTRADA ADAPTABLE PARA GRÚAS ELEVADORAS. [9]

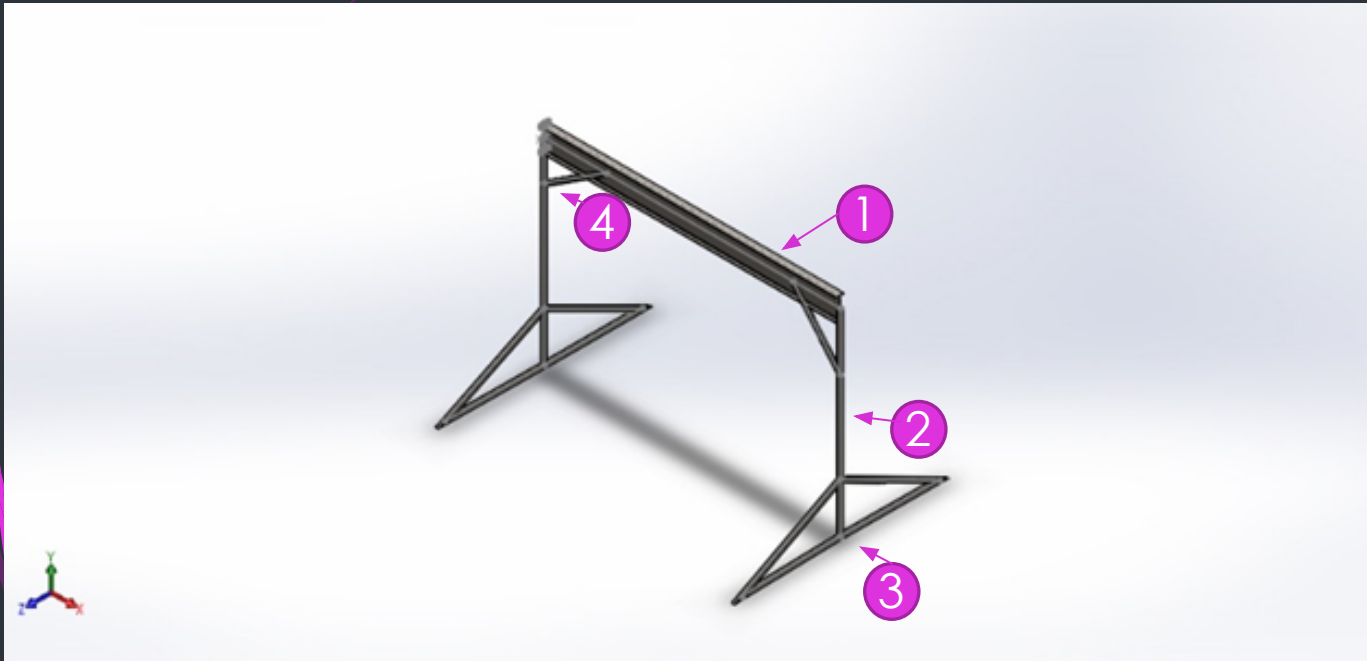


# MARCO TEÓRICO

- MODELADO DEL MOVIMIENTO DEL BARCO INDUCIDO POR UNA GRÚA USANDO EL MÉTODO DE MARCO MOVIL. [10]



# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



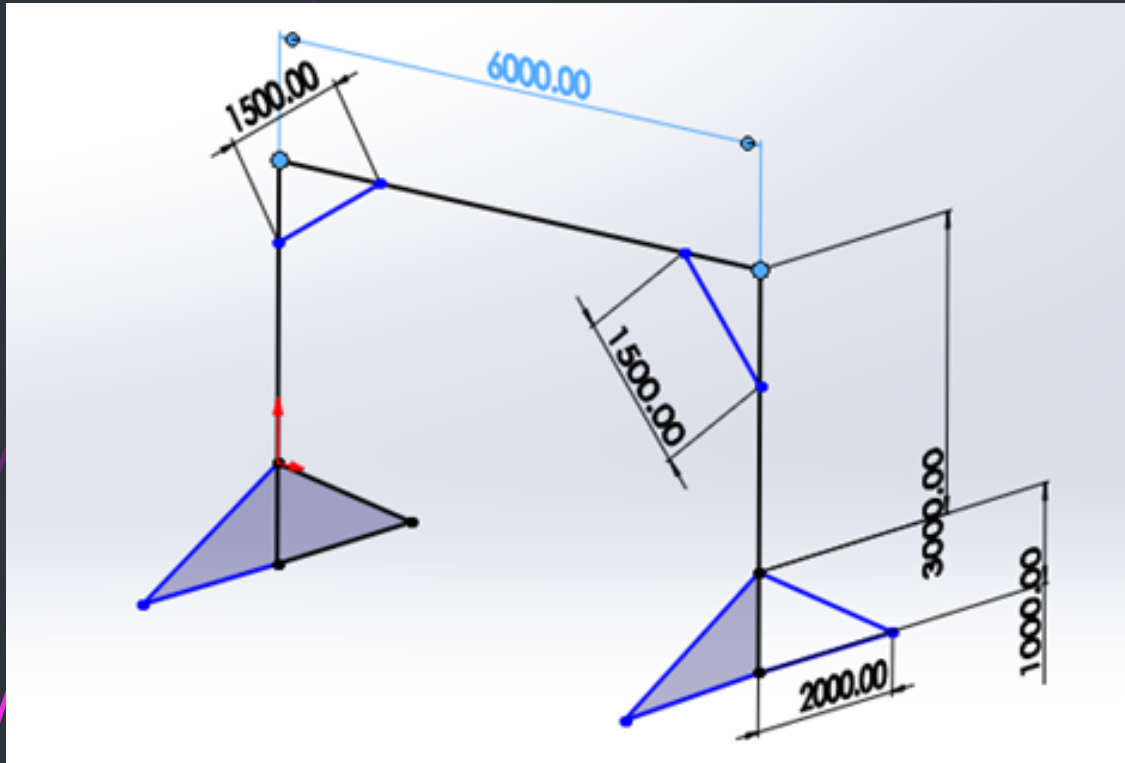
## SIMBOLOGIA

1°...Tubo horizontal W

2°...Tubo vertical cuadrado

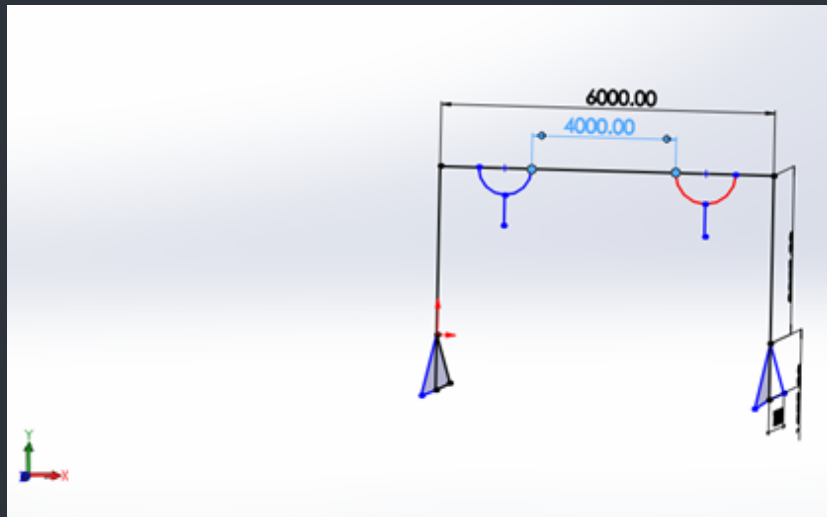
3°...Doble escuadra de tubo cuadrado (Parte que será sumergida)

4°...Soporte de tubo cuadrado



Medidas del prototipo en mm.

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



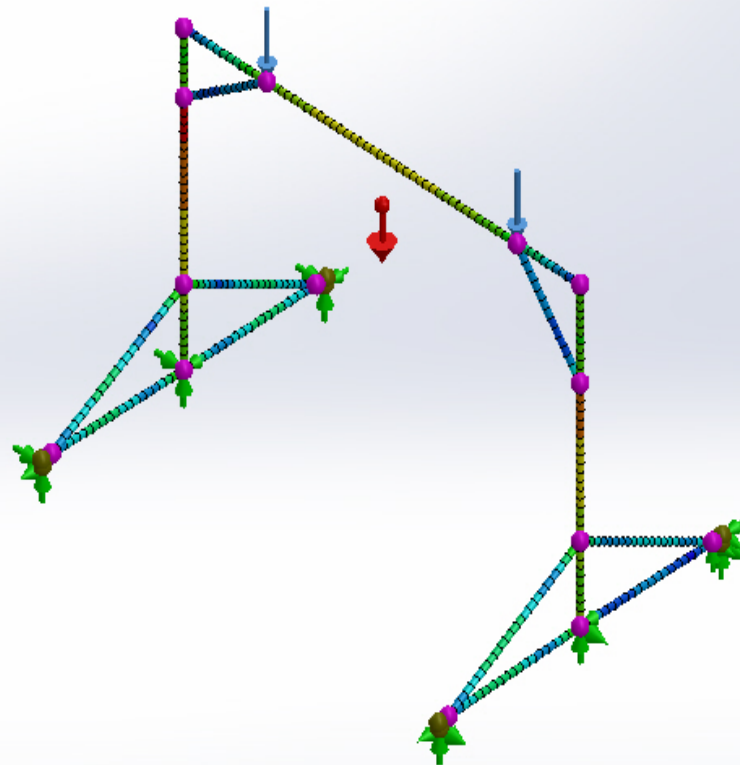
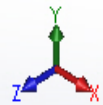
Ubicación en mm de las poleas



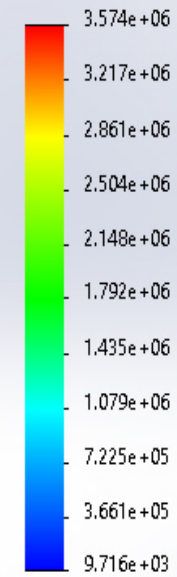
# METODOLOGÍA

1. Se realizó una entrevista al director general de la reserva ecológica de Nanciyaga.
2. Se implementó una lista de cotejo para conocer el lugar donde se colocará el prototipo y saber las condiciones físicas de las embarcaciones de remo.
3. Utilizando la información recabada de la entrevista y lista de cotejo se realizó el extractor de embarcaciones de remo en Solidworks.
4. Analizando los resultados de la primera simulación se implementaron mejoras del prototipo.

Nombre del modelo: grua2  
Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Pre determinado <Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1  
Escala de deformación: 1



Tensión axial y de flexión en el límite superior





→ Límite elástico: 2.500e+08

# RESULTADOS

- Una vez planteado el proyecto, se realizó un modelo aplicado sobre las medidas de fuerza que se ejercerán sobre este prototipo diseñado, para poder tener con exactitud acerca de la fuerza que debe levantar este prototipo, realizando una simulación mediante el software "SolidWorks", el cual planteó mediante la elaboración del material **ASTM A36 Acero Tipo W 18x46**.
- El prototipo se colocará en el lago de Catemaco, para esto debemos considerar la superficie del área donde será utilizado, ya que es una superficie inestable y el prototipo se sumergirá a 1.9m, por lo tanto, el prototipo medirá 4 m dejando libres 2.1m para poder trabajar.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTOS UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
Acero ASTM 	1	4000.00	4000.00
Tubo de acero W 	4	360.00	1440.00
Sujetadores de alta densidad 	8	150.00	1200.00
Pernos 5/8" x 2" 	5	10.00	50.00
Ménsula 	2	290.00	580.00

Gancho. 	2	100.00	200.00
Polea de alta resistencia 	1	460.00	460.00
TOTAL			7930.00

# CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta el modelo realizado, observamos la simulación en la cual notamos la clara deformación en la región donde se aplicaron las cargas, principalmente en la barra horizontal; así, nos dimos a la tarea de realizar una serie de pasos que ayudarán a que la estructura tenga un mayor soporte mediante la implementación de ménsulas que proporcionan ante los valores de carga en los que el sistema presentó efectos de deformación, al final del análisis, se determinó que se harán modificaciones en el modelo mecánico y algunos parámetros físicos para ajustarlos en el software, en este caso se emplearon poleas.



# RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO

- Verificar el área de extracción, para proceder a instalar la estructura, fijando las bases cimentadas, teniendo en consideración que ambas bases cuentan con respaldos laterales que fijan plenamente la estructura en el suelo, cumpliendo con las medidas previamente mencionadas durante el proceso de investigación.
- Analizar cada uno de los componentes que integran la estructura para rectificar que no presentan anomalías o alteraciones que afecten la estructura general a la hora de extraer las embarcaciones.
- Ensamblar la estructura mediante conocimiento previo para evitar fallos en ella, es estrictamente obligatorio que el ensamble lo realice un equipo de trabajo altamente capacitado.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. M. I. Hidrosfera Sub, Rescate de Embarcaciones Siniestradas., Pálamos, 2010.
- [2] H. Sub, Rescate de Embarcaciones Siniestradas, Pálamos, 2010.
- [3] I. Wheather Spark, Clima y Tiempo Promedio en todo el Año en Veracruz, Minneapolis , 2020.
- [4] M. T. CLUB, Nanciyaga, Catemaco, Veracruz; Explorando el corazón de la selva, Parque Ecológico Nanciyaga, Catemaco, Veracruz, 2022.
- [5] I. Cedar Lake Ventures, Clima Promedio en todo el año en Catemaco, Minneapolis, 2021.
- [6] J. C. Flores García, Sistemas de Transmisión Mecánica, La paz, 2019.
- [7] SEGOB, NORM - 098 - SEMARNAT - 2002, Ciudad de México, 2004.
- [8] S. d. M. A. y. R. N. SEMARNAT, NOM - 053 - SEMARNAT - 1993, Ciudad de México, 1993.
- [9] J. Stergiopoulos, G. Konstantopoulos y A. Tzes, «Verificación experimental de una entrada adaptativa,» Conferencia Mediterranea sobre control y automatizacion., p. 3, 2009.
- [10] P. A. J. Jardim, J. T. Rein, Ø. Haveland, T. R. Rykkje y T. J. Impelluso., «Modelado del movimiento del barco inducido por la grúa mediante el,» Revista de mecánica marina e ingeniería ártica. , p. 5, 2019.

